MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02643

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

Achtundsiebzigster Band

II. Abteilung für Zeugungs- und Vererbungslehre.

1458

Über parthenogenetische Entwicklung der Eier von Mactra mit vorausgegangener oder unterbliebener Ausstossung der Richtungskörper.

Von

K. Kostanecki.

Hierzu Tafel I—IV.

Ich habe in einer im Jahre 1908 erschienenen Arbeit darüber berichtet, dass bei den Eiern von Mactra, die durch Einwirkung einer Mischung von $2^1/_2$ n KCl-Lösung und frischen Meerwassers zur parthenogenetischen Entwicklung angeregt werden, eine Furchung in der Regel unterbleibt, dass die Eier aber trotzdem sich zu bewimperten Larven entwickeln. Ich habe diese ungefähr 20—24 Stunden nach Beginn des Experiments fixierten Larven genauer untersucht und gefunden, dass in dem ungeteilten Eizelleib entweder zahlreiche Kerne oder charakteristische pluripolare Mitosen zu sehen waren und dass zum Teil nachträglich eine Abgrenzung von Zellterritorien um die einzelnen Kerne oder Kerngruppen eintreten konnte.

Zur Untersuchung der Übergangsstadien stand mir damals kein geeignetes eingebettetes Material zur Verfügung, ich habe daher beschlossen, während meines Aufenthalts an der zoologischen Station in Neapel im Frühjahr 1909 die Versuche wieder aufzunehmen, um einerseits die früheren Übergangsstadien genauer zu untersuchen, anderseits auch spätere Stadien zu verfolgen.

Da ich überdies aus früheren Versuchen wusste, dass bei Mactra — und dies dürfte wohl für alle diejenigen Tiere gelten, deren Eier in unreifem Zustande abgelegt werden, — durch die Wahl entsprechender Konzentration und die Zeitdauer ihrer Einwirkung es völlig in unserer Macht steht, ob die Eier vor der parthenogenetischen Entwicklung beide oder nur einen Richtungskörper ausstossen, oder ob die Ausstossung derselben überhaupt unterdrückt wird, so ergab sich als fernere Aufgabe, die weitere Entwicklung der Eier, welche entweder nur einen oder überhaupt keinen Richtungskörper ausgestossen haben, zu

untersuchen und dieselben mit der Entwicklung solcher Eier, die beide Richtungskörper ausgestossen hatten, zu vergleichen.

Überdies wollte ich vergleichshalber auch die Entwicklung von Eiern näher verfolgen, welche entweder nach oder vor der Befruchtung mit denselben Lösungen, deren ich mich zur Einleitung der künstlichen Parthenogenese bediente, behandelt wurden.

Die näheren Angaben über die Versuchsmethode sowie über die Beobachtungen am lebenden Material habe ich kürzlich in einer besonderen Mitteilung (1911) veröffentlicht; in der vorliegenden Arbeit möchte ich die Resultate der an Schnitten vorgenommenen cytologischen Analyse der Eier vorführen und zwar beschränke ich mich auf die Analyse der parthenogenetischen Eier, während ich die Untersuchung der künstlich beeinflussten befruchteten Eier in einer besonderen Arbeit nachfolgen lassen werde. Die vorliegende Abhandlung schliesst sich demnach an meine zwei früheren Publikationen an, in deren erster (1904) ich die Vorgänge, welche zur Ausbildung der Furchungsspindel führten, in der zweiten (1908) die Verhältnisse in dem trotz der erfolgten Kernteilung einheitlich gebliebenen Zelleib der bewimperten Larven näher besprochen habe.

Wenn in einem parthenogenetisch sich entwickelnden Ei, das die beiden Richtungskörper ausgestossen hat, der reife Eikern eine zweipolige Spindel liefert, welche zur Teilung führt, so müssten die beiden Tochterkerne, und bei typischer mitotischer Teilung ihre Nachkommen die Hälfte der Chromosomen im Vergleich zu den Nachkommen des Teilungskernes eines befruchteten Eies enthalten, also nach den Erfahrungen aus den Arbeiten von Boveri, Driesch, Herbst, Godlewski u. a. die Kerne um die Hälfte kleiner sein.

Dieses Postulat dürfte sich dann erfüllen, wenn aus dem reifen Eikern sich eine regelrechte zweipolige Furchungsspindel entwickelt und wenn auch im weiteren Verlauf der mitotischen Vorgänge sich keine Komplikationen einstellen, d. h. wenn die zweipolige Furchungsspindel zur Teilung des Eies in zwei Blastomeren führt und wenn auch weiterhin in regelmässiger Weise eine Furchung durch typische Mitose nachfolgt. Dies ist in den Versuchen von Loeb an dem kalifornischen Material von

Echinodermen der Fall; bis vor kurzem lagen genauere cytologische Angaben über die im Innern der Eier sich abspielenden Vorgänge nicht vor. Am europäischen Material gelingt die künstliche Parthenogenese bei Seeigeln, wie eine Reihe von Autoren es festgestellt hat und wie ich selbst mich überzeugt habe, nicht in der typischen Weise, trotz der Anwendung derselben Untersuchungsmethoden, deren sich Loeb bedient hat. Es treten mannigfache abnorme Erscheinungen auf (vor allem die Bildung einer grösseren Zahl von Cytastern), welche in die Entwicklung störend eingreifen, zum Teil ihr einen anderen Gang geben.

Immerhin haben einige Autoren [1]) die Ausbildung von zweipoligen Furchungsspindeln und dann von Tochterkernen mit reduzierter Chromosomenzahl und im weiteren Verlauf Larven mit thelykaryotischen Halbkernen erhalten; in letzter Zeit ist eine Arbeit von E. Hindle erschienen, welche am kalifornischen Material die cytologischen Änderungen an den Eiern von Seeigeln erörtert, welche nach der Loebschen Methode (mit Buttersäure und dann mit hypertonischem Meerwasser) behandelt wurden. Er sah aus dem reifen Eikern typische Spindelfiguren mit zwei Strahlensystemen sich ausbilden, welche halb so viel Chromosomen enthielten, als normal befruchtete Eier; die Chromosomen teilten sich, es entstanden zwei Tochterkerne und eine Teilung des Cytoplasmas begleitete den Prozess; die reduzierte Chromosomenzahl blieb dauernd bestehen bis zum Blastulastadium, in späteren Stadien gelang es zwar wegen der geringen Zellgrösse nicht mehr, dieselben zu zählen, jedoch besteht kein Grund, eine Änderung der Chromosomenzahl anzunehmen. [2])

Wenn man mit der parthenogenetischen Entwicklung der reifen Eier der Echinodermen die parthenogenetische Entwicklung derjenigen Eiere vergleichen will, welche normal in mehr oder weniger unreifem Zustande befruchtet werden und erst nach der

---

[1]) Vor allem Petrunkewitsch, der die Zentren der ersten Furchungsspindel von dem zur Teilung angeregten Oozentrum herleitet.

[2]) Auch Hindle sah bei manchen Eiern unabhängig von der Kernspindel eine variierende Zahl von Astrosphären im Protoplasma entstehen. Wenn sie ungewöhnlich stark entwickelt waren, störten sie die normale Zellteilung, indem es zur Bildung multipolarer Spindeln kam. In Eiern, die nicht zu lange dem hypertonischen Seewasser ausgesetzt gewesen sind, verschwanden aber diese Cytaster, ehe die erste Furchung vollendet war.

Befruchtung die Reifungsteilungen durchzumachen oder sie zu vollenden imstande sind, so trifft ein unmittelbarer Vergleich nur für die Entwicklung derjenigen Eier zu, welche nach der Anregung zur parthenogenetischen Entwicklung zunächst die beiden Reifungsteilungen durchmachen und dann in eine regelrechte Furchung eintreten. Bei solchen Eiern vermag nämlich die Anwendung der die parthenogenetische Entwicklung herbeiführenden Mittel die beiden Wirkungen des Spermatozoons zu ersetzen, sie befähigen das Ei, die Reifungsteilungen auszulösen und nach Vollendung derselben ersetzen sie auch die „befruchtende" Wirkung des Spermatozoons und veranlassen die Bildung einer Furchungsspindel.

Von Eiern dieser Kategorie bieten wohl die Eier von Thalassema mellita das bisher bekannte günstigste Objekt. Lefevre hat dieselben durch Einwirkung von Säurelösungen zur parthenogenetischen Entwicklung angeregt und er sah, dass nach Ausstossung der beiden Richtungskörper sich sofort eine zweipolige Furchungsspindel ausbildete, welche zur Teilung des Eies führte, worauf eine typische Furchung und Entwicklung bewimperter Larven folgte. Die beiden Zentren der ersten Furchungsspindel führt Lefevre nicht auf die Teilung eines persistierenden Oozentrums zurück, sondern sieht sie (ähnlich wie in befruchteten Eiern) als „new formations" an.

Lefevre hat die Kerngrösse der parthenogenetischen Larven mit derjenigen normaler aus befruchteten Eiern stammender Larven nicht verglichen, er stellt jedoch für die Chromatinverhältnisse fest: „the number of chromosomes characteristic of the fertilized egg is not restored, but the reduced number (12) is retained and has been counted repeatedly, even in late stages."

Hier würde also das Postulat, welches man sich gewissermassen a priori für die Entwicklung von Eiern, welche in unreifem Zustande zur künstlichen Parthenogenese angeregt werden, konstruieren könnte, in geradezu schematischer Weise verwirklicht auftreten, ähnlich auch nach den Beobachtungen von Tennent und Hogue bei Asterias Forbesii. Nach den bisherigen Beobachtungen vieler Autoren lässt sich bei anderen Tieren, deren Eier in unreifem Zustande zur parthenogenetischen Entwicklung angeregt werden, dieser regelmässige Gang der Entwicklung nicht feststellen (vgl. Morgan, Loeb, Lillie, Treadwell,

Scott). Zum Teil haben wir allerdings nur Beobachtungen am lebenden Material ohne cytologische Analyse, zum Teil traten, wenigstens bei den bisher angewandten Methoden, schon während der Reifungsteilungen Störungen auf, oder sie machten sich nach der Ausstossung der Richtungskörper kund.

Bei Mactra kann man, wenn man bestimmte Regeln (vgl. meine vorigen Arbeiten) bezüglich der Konzentration der KCl-Lösung und der Einwirkungsdauer einhält, vollkommen sicher sein, bei allen Eiern eine in jeder Beziehung typische Ausstossung der Richtungskörper zu erhalten, es tritt jedoch für gewöhnlich eine Furchung des Eies nicht ein, wenn auch die Eier in späteren Stadien in ihrem Inneren eine reichliche Kernvermehrung aufweisen und zu bewimperten Larven sich differenzieren. Es liesse sich jedoch der Vorgang denken, dass nach Ausstossung der beiden Richtungskörper sich aus dem Eikern eine zweipolige Spindel bildet, welche zwar zu keiner Teilung des Eizelleibes führt, jedoch Tochterkerne liefert, die im Vergleich zu befruchteten Eiern die Hälfte der Chromosomen enthalten und dass auch weiterhin durch mitotische Kernteilung Kerne mit der reduzierten Chromosomenzahl entstehen. Dies müsste sich bei der Untersuchung der Schnittbilder der parthenogenetischen Larven dadurch dokumentieren, dass die Kerne dieser parthenogenetischen (thelykaryotischen) Larven in entsprechenden Stadien mit den Kernen der normalen, aus befruchteten Eiern hervorgegangenen amphikaryotischen Larven verglichen, die Hälfte des Volumens aufweisen und dass in den Spindeln der karyokinetischen Figuren die auf die Hälfte reduzierte Chromosomenzahl zu finden wäre.

Um einen Anhaltspunkt für die Beurteilung der Kernverhältnisse der parthenogenetischen Larven zu gewinnen, müssen wir zunächst diese Kernverhältnisse der normalen, aus befruchteten Eiern stammenden Larven ins Auge fassen.

Aus den Arbeiten von R. Hertwig, Boveri, Godlewski, Erdmann u. a. wissen wir, dass bei den Echinodermen im Laufe der Entwicklung das Verhältnis zwischen der Quantität von Plasma und Kernsubstanz sich verändert, dass jedoch von einem gewissen Entwicklungsstadium ab dieses Verhältnis konstant bleibt.

Godlewski hat diese quantitative Kernplasmarelation genauer studiert und festgestellt, dass in der ersten Furchungsperiode (bis 64 Zellen) durch die Transformation des Protoplasmas

in Kernsubstanz, welche in geometrischer Progression von Stadium zu Stadium zunimmt, fast die ganze Menge der Kernmasse, welche im Blastulastadium vorhanden ist, schon ausgebildet wird. Während der Kernteilungen der zweiten Furchungsperiode (nach 64 Zellen) wird die in der ersten Furchungsperiode ausgebildete Kernsubstanz als Ganzes auf eine sukzessive, von Stadium zu Stadium anwachsende Zahl von Kernen verteilt, wobei sich die Kernsubstanz an Chromatin bereichert.

Das Verhältnis zwischen der gesamten Plasma- und Kernsubstanzmasse wird an Eiern der ersten Furchungsperiode der Norm genähert, das Verhältnis zwischen der gesamten Chromatin- und der gesamten Plasmamasse des ganzen embryonalen Organismus wird erst am Ende der Furchung im Blastulastadium fixiert.

Für die Feststellung dieser Vorgänge, durch welche die Entwicklung des Eies der Herstellung der quantitativen Kernplasmarelation zustrebt, ist das Ei der Echinodermen ein exzeptionell günstiges Objekt. Bei Mactra erschwert die von Anfang an auftretende inäquale Furchung, die Bildung von Mikro- und Makromeren, die Entstehung der epibolischen Gastrula, die genauere Analyse; jedoch dürften sich auch hier an der Hand der für Echinodermen festgestellten Tatsachen analoge, wenn auch durch den Gang der Furchung bedeutend modifizierte Vorgänge herauslesen lassen.

Godlewski hat als Ausgangspunkt seiner Betrachtungen das unbefruchtete Echinidenei genommen und das Volumen des Eikernes genau bestimmt; durch die Befruchtung erfolgt eine Verdoppelung der Kernsubstanzmenge, für Echiniden lässt sich dies infolge der frühen Verschmelzung der Geschlechtskerne, ehe der Spermakern noch eine Bläschenform angenommen hat, nur mittelbar deduzieren, für Mactra aber, sowie für andere Tiere, wo die beiden Geschlechtskerne vor der Kopulation zu gleichmässig grossen Bläschen aufquellen, lässt sich dies mit vollster Bestimmtheit unmittelbar feststellen (vgl. Fig. 1). Auf dem Zweizellenstadium fand Godlewski das Volumen jedes Blastomerenkernes ungefähr gleich dem Volumen des weiblichen Vorkernes, woraus er schliesst, dass das Kernsubstanzmaterial, welches im befruchteten Ei vorhanden war, ohne irgend eine Zunahme, während der ersten Furchungsphase in zwei Hälften geteilt wurde.

Das gleiche lässt sich auch für die Kerne der beiden ersten Furchungszellen von Mactra feststellen, jeder derselben kommt an Volumen je einem Geschlechtskerne gleich (vgl. Fig. 2). Die im Vierblastomerenstadium unternommenen Messungen bei den Echinodermen ergaben keinen durchgreifenden Unterschied zwischen der Grösse der einzelnen Blastomerenkerne und der Grösse des weiblichen Vorkernes, was auf eine sehr bedeutende Zunahme der Kernsubstanzmenge, als Resultat des Transformationsprozesses des Protoplasmas zu Kernsubstanz hinweist; dieser Transformationsprozess schreitet während der nächsten Furchungsphasen mit noch zunehmender Geschwindigkeit fort bis zum 32-Zellenstadium. wo die Kerngrösse sich vom Volumen des weiblichen Vorkernes beinahe nicht unterscheidet, erst im 64-Zellenstadium sieht man die beginnende Verkleinerung der Kerne, welche mit fortschreitender Furchung immer deutlicher hervortritt und im Blastulastadium ihren vorläufigen Abschluss erreicht. Auch bei Mactra sind auf dem Vierzellenstadium die Kerne von ungefähr der gleichen Grösse, wie auf dem Zweizellenstadium, und zwar sowohl in den drei kleineren als auch in der grösseren Blastomere, wodurch die Kernplasmarelation sich um das Zweifache zugunsten der Kerne verschoben hat und dieses Anwachsen der Kernsubstanz schreitet in den weiteren Generationen immer fort.

Während die Mikromeren weiterhin sich äqual teilen, teilen sich die Makromeren unter seitlicher Einstellung der Spindel noch mehrmals inäqual, die kleinere Tochterzelle vermehrt stets die Zahl der Mikromeren.

Hier beginnen jedoch an den Kernen interessante Erscheinungen: Während der Teilung der Mikromeren erfolgt eine sukzessive ganz gewaltige Vermehrung der organisierten Kernsubstanzmasse, aber sie wächst nach jeder einzelnen Mitose nicht ganz um das Doppelte heran, vielmehr erfolgt in den Mikromeren eine ganz allmähliche Reduktion der Kernvoluмina (vgl. Fig. 3, 4, 5). Die Makromere dagegen enthält einen grossen Kern. Die Zelle, welche aus der Teilung der Makromere entsteht und welche die Zahl der Mikromeren bereichert, ist anfangs grösser als die anderen Mikromeren und auch der Kern ist anfangs voluminöser, da aber schnell eine neue Teilung in ihre nachfolgt, so gleicht sich der Unterschied bald aus. Die Teilungen in den

Mikromeren sowohl als auch in den Makromeren folgen in sehr raschem Tempo aufeinander, so dass der Zuwachs an organisierter Kernsubstanzmasse offenbar ein sehr energischer ist. Dem ist es wohl auch zuzuschreiben, dass eine Zeitlang der Kern der Makromere nicht nur auf der anfänglichen Grösse beharrt, sondern sogar ein Zuwachs des Kernvolumens sich bemerkbar macht (Fig. 5), was eine interessante Illustration des gegenseitigen Einflusses des Zell- und Kernvolumens bietet. Nachdem sich dann die Spindel senkrecht zur Eiachse eingestellt hat, teilt sich die Makromere in zwei Tochterzellen (die Ento-Mesodermzellen); ihre Kerne weisen dasselbe Volumen auf wie die Makromere in den Anfangsstadien (Fig. 6). Mit den nächsten Teilungen fangen die Kernvolumina der Makromeren auch an, sich allmählich zu vermindern; da aber in den Mikromeren die Kernvolumenabnahme früher begonnen hat und bei den rege nachfolgenden Teilungen weiterhin fortschreitet (wenn auch in den einzelnen Keimbezirken etwas verschieden), so weisen eine Zeitlang die vorläufig noch grösseren Nachkommen der Makromeren auch grössere Kerne als die Nachkommen der Mikromeren auf (Fig. 7), bis sich dieser Unterschied schliesslich ausgleicht (Fig. 8, 9, 10, 11).

Bei der Vergleichung und Beurteilung der Kerngrösse der Blastomeren muss man offenbar berücksichtigen, ob man aus dem Tochterknäuel erst sich heranbildende oder schon ausgewachsene und sich zur nächsten Teilung anschickende Kerne vor Augen hat, die Form des Kerns, die Anordnung des Chromatins gestattet die Entwicklungsphase des Kerns zu beurteilen; selbst wenn wir von dem anfänglichen Lochkernstadium absehen und nur die einheitlich bläschenförmigen Kerne berücksichtigen, ersehen wir, dass der einzelne Kern zwischen zwei Mitosen ein deutliches, allmähliches Wachstum aufweist.

Was den Chromatingehalt der Kerne betrifft, so lässt sich derselbe nur aus den karyokinetischen Figuren der entsprechenden Zellgenerationen ersehen. Gewiss sind die kleinen Kerne der späteren Generationen im Vergleich zu den grossen der Anfangsstadien im Verhältnis zu ihrem Volumen chromatinreicher, die absolute Menge des Chromatins ist jedoch in ihnen geringer. Vergleicht man nämlich verschiedene karyokinetische Figuren der Anfangs- und der späteren Stadien, so ist eine Verkleinerung der Chromosomen wahrnehmbar.

Direkte Messungen, wie sie R. Erdmann für Seeigel ausgeführt hat, lassen sich bei der grossen Zahl der Chromosomen (24), bei ihrer Kleinheit und bei ihrer dichten Aneinanderlagerung nicht ausführen, aber bei sorgfältiger Beobachtung der mitotischen Figuren unter derselben Vergrösserung erhält man den Eindruck einer gewissen (wenn auch nicht sehr bedeutenden) Verkleinerung der einzelnen Chromosomen, nur muss man darauf bedacht sein, dieselben Phasen der Mitosen untereinander zu vergleichen, da die Chromosomen während der Mitose ihre Gestalt ändern und die im Knäuelstadium und im Anfang des Muttersternstadiums langen aber dünnen Schleifen, sodann, namentlich in den Metaphasen kürzer und kompakter werden.

I. Vorgänge in Eiern, welche die beiden Richtungskörper ausgestossen haben.

Wenn wir nun mit diesen amphikaryotischen Larven die Kernverhältnisse der parthenogenetischen Larven, welche sich aus Eiern, die zwei Richtungskörper ausgestossen haben, entwickelt haben, vergleichen wollen, so stossen wir bei dem Entwicklungsgang, welchem wir bei unseren Versuchen begegneten, auf grosse Schwierigkeiten. Diese rühren vor allem davon her, dass bei der parthenogenetischen Entwicklung der Eier von Mactra die Zellteilung in der Regel unterbleibt (ähnlich wie in den Versuchen von Lillie, Treadwell, Scot, Loeb bei Chaetopterus pergamentaceus).

Wollte man aber aus der Zahl und Grösse der Kerne in dem ungeteilten Eizelleib, selbst in früheren Stadien, wo nur zwei oder vier Kerne vorhanden sind, Schlüsse ziehen, so lehrt uns die genauere an Schnitten durchgeführte cytologische Analyse der Vorgänge, welche sich in den Eiern nach abgeschlossenen Reifungsteilungen abspielen, dass ein solcher Vergleich zu falschen Schlüssen nicht nur führen könnte, sondern sogar müsste. Ich habe diese Verhältnisse schon in früheren Arbeiten analysiert, sie letzthin aber nochmals auf Grund eines grösseren Versuchsmaterials geprüft, wobei eine Reihe von genaueren Vorgängen festgestellt und gewürdigt werden konnte.

Wie ich früher schon berichtet habe, spielen sich nach der Anregung zur künstlichen Parthenogenese unter dem Einfluss der KCl-Lösung die Reifungsteilungen in dem Ei von Mactra ab,

welche sich von den entsprechenden Vorgängen in dem befruchteten Ei nicht unterscheiden. Aus den zwölf im Ei verbliebenen Chromosomen bildet sich der reife bläschenförmige Eikern aus (Fig. 12); seine Grösse entspricht in ausgewachsenem Zustande der Grösse des reifen Eikerns in befruchteten Eiern, ja oft findet man ihn sogar etwas grösser, was ich vor allem dem Umstande zuschreiben zu können glaube, dass der Kern ein längeres Ruhestadium durchmacht, bis er sich zur Teilung anschickt und während der Zeit stärker aufquillt; eine Vergrösserung des Eikerns unter Einfluss der die Parthenogenese auslösenden Mittel haben übrigens einige Autoren, wie Wilson, Herbst, auch bei den Versuchen an Seeigeleiern festgestellt.

Aus dem reifen Eikern bildet sich nun nach einiger Zeit die erste Furchungsspindel aus.

Ich habe in meiner ersten Mactra-Arbeit (1904) die Ausbildung dieser Spindel vom Knäuelstadium an bis zum Stadium der Tochterkerne und auch weiterhin verfolgt, in dem neuuntersuchten Versuchsmaterial finde ich eine Bestätigung der damals mitgeteilten Bilder. Im Anfang des Knäuelstadiums, bei der Herausdifferenzierung der Chromosomen fand ich den Eikern langgestreckt, die beiden Pole des langgestreckten Ellipsoids, das waren die beiden Pole der zukünftigen Spindel, eine Strahlung mangelte an diesen Polen, namentlich im Knäuelstadium gänzlich, oder war nur äusserst schwach entwickelt; ich habe die Ausbildung dieser Pole nunmehr an reichlicherem und vollständigerem Material aufs genaueste untersucht und auf Grund mehrerer gut fixierter Serien kann ich feststellen, dass an dem reifen Eikern nach einer längeren Ruhepause an der dem Eizentrum zugekehrten Seite gewöhnlich eine zunächst mono-, dann dicentrische Strahlung erscheint; diese Strahlung ist individuell wechselnd, immerhin jedoch sehr schwach, in ihrem Inneren sieht man ab und zu Centriolen, aber ihr Tinktionsvermögen gegenüber der Eisenhämatoxylinlösung ist sehr gering; diese Strahlungen rücken an die beiden Pole des Eikerns und unter ihrem Einfluss nimmt der Eikern eine ellipsoide Gestalt an. Demnach dürfte es also für die Eier von Mactra, ähnlich wie ich es für die Eier von Aricia feststellen konnte (1909), bezüglich des Ausgangspunktes für die Bildung der beiden Pole der ersten Richtungsspindel keinem Zweifel unterliegen, dass sie aus der Teilung des zu erneuter

Wirksamkeit veranlassten Oozentrums stammen, wie ich ergänzend zu meiner früheren Arbeit (1904) hervorheben möchte.

Gegenüber den Beobachtungen verschiedener Autoren bei der Parthenogenese der Seeigeleier sowie den Beobachtungen Morgans bei anderen Tieren, muss nochmals festgestellt werden, dass es bei Mactra unter Einfluss der die Parthenogenese anregenden Mittel niemals (weder während der Richtungsmitosen noch nach Abschluss der Reifungsteilungen) zur Bildung von akzessorischen „Cytastern" kommt, so dass nach dieser Richtung hin wenigstens eine Störung im Entwicklungsgang ausgeschlossen ist[1]).

Für die Eier der Seeigel aber, in denen bei der Parthenogenese akzessorische Cytaster auftreten, möchte ich hinsichtlich des Verhältnisses der akzessorischen Cytaster zu den aus der Teilung des zur Entwicklung angeregten Oozentrums hervorgegangenen Strahlungen betonen, dass es wohl für die weitere normale Entwicklung nicht gleichgültig ist, ob nur die aus der Teilung des Oozentrums hervorgegangenen Strahlungen sich der Chromosomen bemächtigen und die Furchungsspindel liefern oder ob ein beliebiger in der Nähe des Kerns gelegener „Cytaster" diese Rolle übernimmt. Ich schliesse mich der Ansicht Boveris (1907, S. 274) an, der vermutet, dass jene Fälle, die zu normaler Entwicklung führen, eben solche sind, bei denen nur das Oozentrum in Tätigkeit tritt, und die erwähnte Arbeit Hindles über die Parthenogenese bei den Seeigeleiern bestätigt, glaube ich, diese Vermutung.

Der weitere Fortgang der Mitose nach Ausbildung der Pole ist sodann gleich vom Anfang bei Mactra sehr verschieden:

1. Unter frühzeitiger Auflösung der Kernmembran und Ausbildung resp. Erhaltung der Polstrahlung kann eine der normalen Furchungsspindel ähnliche Spindel entstehen, in deren Äquator man die Hälfte der Normalzahl der Chromosomen findet; jedoch gleichen diese Spindeln gewöhnlich nur annähernd den normalen, die Strahlung ist jedenfalls im Mutterstern- und Diasterstadium viel schwächer entwickelt, die achromatische Spindel selbst ist

[1]) Für Rana fusca hebt Bataillon die schädliche Wirkung des Auftretens akzessorischer Strahlungen hervor, „il paraît ici indispensable à l'embryogénèse que la première cinèse soit bipolaire, assez bien équilibrée et immédiatement suivie d'un clivage".

meist wie verkrüppelt, auch in mancher Beziehung unregelmässig ausgebildet. Dieser Vorgang führt durch das Diaster- und Dispiremstadium zur Bildung von zwei Tochterkernen, die anfangs gewöhnlich deutliche Lochkerne sind.

2. Oder aber man findet eigentümliche, äusserst charakteristische Bilder der mitotischen Figuren[1]), wie ich sie in meiner ersten Mactra-Arbeit (1904) näher beschrieben habe:

Die beiden Pole sind nur schwach angedeutet, die Polstrahlung entwickelt sich nicht, die Spindel erscheint dicht gedrängt und kompakt, es kommt meist nicht zur Ausbildung eines deutlichen Stadiums des lockeren Knäuels, sondern man gewinnt den Eindruck, als ob die Lininelemente des Kerns unmittelbar zur Ausbildung einer der Kerngrösse entsprechenden tonnenförmigen Spindel verwendet würden; ich habe daher diese Spindeln als intranucleäre oder nucleäre Spindeln bezeichnet. Die Chromosomen sammeln sich allmählich im Äquator, sowohl im Stadium des Muttersterns als auch während der Metakinese und im Diasterstadium ragen die Chromosomenenden nicht über den Kontur der tonnenförmigen Spindel heraus: die Grösse der Chromosomen ist, wenn man sie mit denen der Furchungsspindel befruchteter Eier vergleicht, kleiner, wenigstens weisen sie nicht die charakteristische Form von Schleifen auf, sind vielmehr kürzer, wenn auch vielleicht etwas dicker. Die beiden Tochtersterne sowohl als auch die sich rekonstruierenden Kerne bleiben dicht aneinander gelagert, erscheinen durch die stärkeren Verbindungsfäden der Zentralspindel miteinander verbunden, sie rücken nicht als selbständige Kerne auseinander, sie müssen sich daher, als sie allmählich heranwachsen, berühren, schliesslich tritt — und hierin sehe ich die Hauptbedeutung dieses Prozesses — schon sehr früh eine teilweise oder völlige Verschmelzung der beiden Tochterkerne ein. Bei der Durchmusterung einer grösseren Reihe von Präparaten gewahrt man denn auch verschmolzene oder verschmelzende Kerne auf verschiedenem Entwicklungsstadium, solche, die kaum erst aus dem Dispirem sich herauszubilden beginnen und noch die Gestalt von Lochkernen haben oder aber grössere bläschenförmige Kerne, wo die Anordnung des Chromatins schon auf ausgewachsene Kerne hindeutet.

[1]) Die Häufigkeit des einen oder des anderen Typus der angetroffenen Spindeln wechselt je nach den untersuchten Serien sehr.

Nach der Zahl der Bilder, wo zwei verschmolzene Kerne auftreten, zu urteilen, muss man annehmen, dass die Tochterkerne auch dann, wenn sie durch einen dem normalen Typus mehr genäherten mitotischen Vorgang entstanden sind und anfangs selbständig waren, nachträglich gleichfalls verschmelzen. Die verschmolzenen Kerne können entweder das Bild einer Achterfigur bieten, oder die Berührungsflächen der Kerne, mit denen sie verschmelzen, können viel grösser sein, so dass nur eine kaum merkliche Einbuchtung noch auf die anfängliche Sonderung hinweist, oder aber die Kerne können in ein gemeinsames völlig kugelrundes Bläschen zusammenfliessen. Jedoch können die beiden aus der Teilung des Eikerns hervorgegangenen Tochterkerne auch ihre Selbständigkeit bis zum Übergang zur nächsten Mitose, in welche sie (ähnlich wie die beiden Geschlechtskerne in befruchteten Eiern) stets gleichzeitig eintreten, bewahren. Knäuel in gesonderten Kernbläschen, getrennt liegende Chromosomengruppen findet man gar nicht selten.

Die Spindel, welche sich aus dem Eikern entwickelt, was sie auch für einen Charakter haben mag, entspricht im Vergleich zum befruchteten Ei der ersten Furchungsspindel. Jedoch führt diese Spindel bei Mactra — wenigstens bei der Anwendung des KCl-Gemisches, bei anderen Methoden kann das Resultat gewiss verschieden sein — auch bei den Eiern, welche die Anfangsstadien der Furchung durchmachen, nicht zur Teilung des Eies. Bisweilen mag dies vielleicht vorkommen, gewöhnlich jedoch bildet sich aus den beiden Tochterkernen eine neuerliche zweipolige Spindel, welche erst eventuell diese Rolle übernimmt.

Dass sich aus den zwei Kernen eine zweipolige Spindel herausbildet, ist gewiss auffallend; da die aus der Teilung des Eikerns entstandenen Kerne gleichwertig sind, so müsste, dürfte man annehmen, dasselbe auch für die Teilungszentren gelten und man dürfte für die sich aus den beiden Kernen bildende Spindel eine vierpolige mitotische Figur erwarten. Von verschiedenen Autoren wird erwähnt, dass, falls bei befruchteten Eiern durch Schütteln, Pressen oder Einwirkung der Kälte die erste Teilungsfurche unterdrückt wurde und die Kerne verschmolzen, sodann eine vierpolige Mitose entstand (Boveri 1907, S. 188). Ob hier die zweipolige mitotische Figur sich dadurch erklärt, dass von den jedem Kern zukommenden Teilungszentren eins unterdrückt

wird und nur das eine sich teilend in Aktion tritt, oder ob bei beiden die Teilung unterbleibt und jedes ungeteilt sich am Aufbau der Spindel beteiligt, das lässt sich bei der Mannigfaltigkeit der Bilder, welche in mancher Beziehung von der Norm abweichen, nicht feststellen.

Die Ausbildung der zweipoligen Spindel, welche die aus den beiden Kernen herstammenden Chromosomen enthält, bildet den Ausgangspunkt der weiteren Entwicklung: die erste Mitose des Eikerns, mögen daraus zwei gesondert bleibende Kerne oder ein verschmolzener Doppelkern entstanden sein, diente nur dazu, die Kernsubstanz zu verdoppeln. Was die Kernsubstanz betrifft, entspricht also nunmehr das parthenogenetische Ei einem befruchteten Ei, nur dass die Herkunft der Kerne eine verschiedene ist, beim letzteren ist ein Thely- und ein Arrhenokaryon, das parthenogenetische enthält zwei Thelykaryonten oder ein diplothelykaryotisches Synkaryon.

Auch was die Grösse betrifft, entsprechen die beiden Kerne denen des befruchteten Eies (Fig. 13), so dass man bei der Durchmusterung der parthenogenetischen Eier auf diesem Stadium glauben könnte, befruchtete Eier mit den beiden Geschlechtskernen vor Augen zu haben.

Durch die Verdoppelung der Kernsubstanz sind also Zustände hergestellt worden, wie in amphikaryotischen Larven, aber dies ist streng im Rahmen der Konstanz der Chromosomenzahl durch einen mitotischen Vorgang geschaffen worden, was ich mit Hinsicht auf die Beobachtungen Y. Delages einerseits, diejenigen von Boveri, Petrunkewitsch, Driesch, Godlewski, Lefevre, Hindle u. a. anderseits betonen möchte.

Wie ich anfangs hervorgehoben habe, erfolgt in den parthenogenetischen Eiern von Mactra bisweilen (in einigen Serien häufiger, in anderen seltener) eine Teilung des Eies in zwei Furchungszellen, und dieselbe kann sich dauernd erhalten. Diese Teilung erfolgt aber stets, nachdem sich vorhin die Kernsubstanz verdoppelt hat. Die Kerne dieser beiden Blastomeren enthalten deswegen auch Kerne (vgl. Fig. 14), die an Grösse denen der beiden ersten Blastomeren amphikaryotischer Larven entsprechen.

Mit anderen Worten: aus dem reifen Eikern entwickeln sich zwei Kerne, von denen jeder an Grösse dem Eikern gleich-

kommt; sie bilden beide eine gemeinsame zweipolige Spindel mit nunmehr verdoppelter Chromosomenzahl. Die sich daraus herausbildenden Tochterkerne der beiden ersten Blastomeren sind, trotzdem sie die verdoppelte Chromosomenzahl enthalten, von der gleichen Grösse wie der Eikern und seine anfänglichen zwei Derivate. Man muss nun bedenken, dass, wenn der zweiten Mitose eine Furchung des Zelleibes nicht nachfolgt, oder wenn, wie dies sehr häufig vorkommt, die anfangs sich durchschnürenden Zellen wieder zusammenfliessen, die einheitliche Eizelle zwei Kerne enthält, welche doppelt so viel Chromosomen enthalten, trotzdem aber an Volumen nicht grösser sind. Dieser Vorgang gewinnt eine Bedeutung, wenn man sich an die Vorgänge bei der Furchung der befruchteten Eier erinnert. Wie Godlewski für Echinodermen gezeigt hat und wie es auch bei Mactra sich feststellen lässt, ist auf dem Zweizellenstadium das Volum jedes Blastomerenkerns gleich dem Volum je eines Vorkerns, trotzdem er doppelt so viel Chromatin enthält.

Für Eier, welche zur parthenogenetischen Entwicklung angeregt, aus dem Eikern eine zweipolige Spindel entwickeln, welche sofort zur Teilung des Eies in zwei Zellen führt, wäre also in Anbetracht des Umstandes, dass in den späteren Stadien die Kernvolumina der parthenogenetischen Larven von allen diesbezüglichen Autoren um die Hälfte kleiner, als bei amphikaryotischen Larven (vorläufig liegen nur Beobachtungen über Seeigellarven vor), gefunden wurden, festzustellen, wie sich die Kernvolumina in den beiden ersten Blastomeren und ihren nächsten Nachkommen verhalten, die bisherigen Beschreibungen, auch die Arbeiten von Hindle geben in dieser Beziehung keine Anhaltspunkte.

Was aber die Eier von Mactra anbetrifft, so möchte ich aus den Beobachtungen nach dieser Richtung hin in Anbetracht des Ausbleibens einer normalen Furchung keine weitgehenderen Schlüsse ziehen, und selbst in der Beurteilung der Kerngrösse in Eiern, die zwei Kerne enthalten, sei es im einheitlichen Zelleib oder auf die beiden ersten Blastomeren verteilt, muss man vorsichtig sein, da in Anbetracht der grossen individuellen Schwankungen in dem Entwicklungstempo der Eier und infolge der Tendenz der Kerne zur Verschmelzung man niemals ganz sicher sein kann, welche Generation von Kernen man vor sich hat und

ob eventuelle grössere Kerne nicht schon aus der Verschmelzung von Kernen, die einer neuerlichen Mitose ihre Entstehung verdanken, hervorgegangen sind. Die Beurteilung des Entwicklungsstadiums nach der Zeit, die vom Beginn des Versuchs verflossen ist, bietet aber nur eine sehr beschränkte Handhabe, da zeitliche Unterschiede in dem individuellen Entwicklungstempo der einzelnen Eier ganz enorme sind.

Bezüglich der mitotischen Bilder, welche man in den Eiern nach der Ausstossung der beiden Richtungskörper in den Anfangsstadien findet, möchte ich hervorheben, dass die Chromosomen der Spindel, welche sich aus dem reifen Eikern bildet, eventuell auch die Chromosomen der nächsten Spindel im Verhältnis zu den Chromosomen der Anfangsstadien der Entwicklung befruchteter Eier, bisweilen, nicht immer, kleiner sind, dünner und auch kürzer, während die Mitosen der späteren Stadien bezüglich der Grösse der Chromosomen denen in den Furchungszellen befruchteter Eier gleichen. Offenbar macht sich anfangs in den Eiern zum Teil der Einfluss des zur Einleitung der parthenogenetischen Entwicklung angewandten Mediums störend geltend und hemmt die Herausbildung normal grosser Chromosomen. Hier mag auf eine analoge Beobachtung von Němec bei Pflanzenzellen hingewiesen werden, „dass tatsächlich die Chromosomenform durch äussere Einflüsse verändert werden kann, ohne dass der Teilungsvorgang geändert wird". Ich habe die Grössenverhältnisse der Chromosomen in den einzelnen Entwicklungsphasen hier nicht näher besprochen, da ich nach Abschluss der Untersuchung der befruchteten unter Einfluss der KCl-Gemische sich entwickelnden Eier dies besonders berücksichtigen werde. Dieser Grössenunterschied der Chromosomen kann möglicherweise auch auf die Grösse der sich aus denselben herausbildenden Kerne einen gewissen Einfluss haben, so dass, wenn man in den beiden Teilhälften eines geteilten Eies oder in einem ungeteilten Ei zwei etwas kleinere Kerne sieht, dieselben vielleicht Kerne darstellen, die noch nicht zu ihrem definitiven Volumen herangewachsen sind, oder aber auch vielleicht Kerne, die zu einem grösseren Volumen nicht heranzuwachsen imstande sind. Diese Erwägungen fordern zu grosser Vorsicht in der Beurteilung der Grössenverhältnisse der Kerne parthenogenetischer Larven in den Anfangsstadien der Entwicklung auf.

Mit dem Stadium zweier Kerne erlischt die Möglichkeit, die Kernverhältnisse der parthenogenetischen Larven von Mactra mit denen amphikaryotischer zu vergleichen, denn eine Furchung bleibt für gewöhnlich aus und es beginnen Prozesse sich abzuspielen, welche der ganzen Entwicklung eine atypische Richtung geben. Vorher möchte ich indessen eine Erscheinung besprechen, welche schon auch den einkernigen Zustand betrifft. Boveri hat bei der Diskussion der Kernverhältnisse der parthenogenetischen Larven der Seeigel von vornherein hervorgehoben, dass „bei den parthenogenetischen Larven eine grosse Variabilität in den Kernverhältnissen nicht überraschend wäre". Er hat auf Grund der Erfahrungen Wilsons über Parthenogenese bei Seeigeln drei Typen parthenogenetischer Larven vorausgesagt. Wilson hat nämlich Fälle beschrieben, wo aus dem Eikern sich zunächst ein Monaster ausbildet. In solchen früher schon gelegentlich beobachteten (R. Hertwig, Morgan), seit der Arbeit von M. Boveri, dann denen von Wilson, Th. Boveri, Teichmann, Baltzer, Hindle, Lefevre, Herbst genauer bekannten einstrahligen Monastern spalten sich die Chromosomen, um dann alle wieder, in verdoppelter Zahl, in einem gemeinsamen Kern vereinigt zu werden. Dieser Vorgang kann sich mehrfach wiederholen (Wilson, Lefevre). Halbkernige (thelykaryotische) Larven können aus den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern entstehen, wenn aus dem Eikern sofort eine zweipolige Spindel entsteht, wenn aber ein Monaster zur Verdoppelung der Chromosomenzahl geführt hat und dann erst unter Ausbildung einer zweipoligen Spindel Kern- und Zellteilung nachfolgt, so entstehen diplothelykaryotische Larven (also normalkernige im Verhältnis zu den amphikaryotischen Larven); tritt die Monasterbildung zweimal nacheinander auf, so führt dies zur Entstehung tetra-thelykaryotischer Larven (also übernormalkerniger, doppelkerniger im Vergleich zu den amphikaryotischen); die Beobachtungen von Driesch, Herbst, bestätigen diese Voraussetzungen. In dem oben beschriebenen Vorgange sahen wir bei Mactra eine andere Möglichkeit der Verdoppelung der Chromosomenzahl gegeben, nämlich die auf mitotischem Wege erfolgte Ausbildung von zwei Kernen aus dem Eikern, welche beide, mögen sie vorher verschmolzen sein oder nicht, in eine gemeinsame zweipolige Spindel einbezogen wurden.

Man findet aber auch in den Eiern von Mactra deutliche Monaster; ihre Häufigkeit wechselt sehr in den einzelnen Versuchen, in einigen überwogen sie sogar über die Zahl der zweipoligen Spindeln; wiederum ein Beispiel der individuellen Variationen, denen man bei diesen Versuchen so sehr Rechnung tragen muss.

Während andere Eier zweipolige, aus dem Eikern entstandene Spindeln enthalten, weisen andere deutliche Monaster mit 12 Chromosomen auf.

Ähnlich wie bei anderen Mitosen der Anfangsstadien, worauf ich oben aufmerksam gemacht habe, so sind auch in diesen Monastern die Chromosomen bisweilen auffallend klein im Verhältnis zu den Chromosomen der Mitosen in den Anfangsstadien der Entwicklung befruchteter Eier.

Am meisten charakteristisch sind diese Monaster auf dem Stadium, welches dem Muttersternstadium entspricht. Ich gehe hier nicht auf alle Einzelheiten der Monasterfiguren ein, da ich dieselben gesondert genauer zu erörtern beabsichtige. Die Strahlung dieser Monaster (Fig. 15, 16) ist bisweilen zart, mit einem zarten Centriol in der Mitte, andere Male wiederum sehr stark, mit einem grösseren einheitlichen zentralen Feld, was an die auch von anderen Autoren beschriebenen charakteristischen Strahlensonnen erinnert. Meist nahmen diese Strahlensonnen das Zentrum des Eies ein, bisweilen lagen sie aber abseits oder sogar dicht an der Peripherie des Eies; ein derartiges Beispiel ist in meiner früheren Arbeit (1904) Fig. 101 abgebildet.

Die Chromosomen sind durch die Strahlung gewöhnlich wie versprengt und liegen in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der Strahlung, in Form einer Kugelfläche, einer Schale angeordnet. Öfters sieht man die Chromosomen gerade in Spaltung begriffen, oder die Tochterchromosomenhälften dicht beieinander lagernd.

Die Prophasen dieser Monaster bilden sicherlich Bilder, wo man neben einem Chromosomenhaufen einen einzigen, bisweilen recht mächtigen Strahlenkegel findet, als Anaphasen erscheinen die Bilder, wo man in der Eizelle ein einziges Spirem mit zahlreichen nahe beieinander liegenden Chromosomen findet, aus denen sich dann ein zunächst lappiger, dann einheitlicher Kern rekonstruiert; die Strahlung erhält sich sehr deutlich lange Zeit hindurch, bis in spätere Spiremstadien.

Bisweilen, allerdings sehr selten, sah ich auch Monaster mit konzentrisch gelegenen Chromosomen, wo neben der Mehrzahl der Chromosomen in Stäbchenform einige zu kleinen Kernbläschen sich umzubilden begannen (z. B. Fig. 16), es ist möglich, dass aus der Mehrzahl der Chromosomen ein einheitlicher Kern sich ausbildete und diese Kernbläschen als accessorische Kerne bestehen blieben, man muss sich aber vergegenwärtigen, worauf wir noch zurückkommen werden, dass solche kleinere Kerne, wie man sie neben grossen Kernen oft findet, auch dadurch entstehen können, dass bei der bipolaren Mitose in diesen Versuchen einige Chromosomen in der Wanderung gegen die Pole zurückbleiben und nicht mit in die gemeinsame chromatische Figur einbezogen werden, sondern selbständige Karyomeren bilden.

Aus den angetroffenen Bildern kann ich schliessen, dass solche Monaster in den Eiern von Mactra sich wiederholen können (Fig. 17) und zwar nicht nur zweimal nacheinander, sondern auch mehrfach und dass sie so zur Bildung immer grösserer Kerne führen können; ich schliesse dies, ebenso wie Lefevre bei Thalassema mellita, daraus, dass öfters, namentlich in späteren Stadien, Monaster mit einer sehr grossen, je nach den Stadien einer immer grösseren Zahl von Chromosomen gefunden werden; den Ausgangspunkt und ebenso das Endprodukt dürften die grossen Kerne bilden, welche man in ungeteilten Eiern in späteren Stadien findet. Es ist aber auch die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass ein auf andere Weise entstandenes Synkaryon (vgl. unten) zur Monasterbildung führt.

Während die Ausbildung eines einmaligen Monasters aus dem reifen Eikern als ein Regulationsvorgang aufgefasst werden kann, durch welchen die „Normalkernigkeit" der Larven erreicht wird, durch den also das Ei aus einem hemikaryotischen zu einem holokaryotischen wird, führt die Wiederholung desselben zu abnormen Kernverhältnissen, zur Bildung von Riesenkernen, die Eier werden diplo-, tetra- usw. poly-karyotisch.

Monaster habe ich nicht nur in der ungeteilten Eizelle gefunden, ich habe sie bisweilen auch dann, wenn sich die Eier ausnahmsweise in zwei Tochterzellen geteilt haben, in der einen von ihnen oder auch in beiden gesehen (Fig. 21). Auch sah ich noch in späteren Stadien, wo die Eizelle sich nachträglich in einzelne Zellenterritorien zu teilen begann, wie ich hier vorweg-

nehmen möchte, in einigen Zellen Monasterbilder. Boveri (1905) bildet einen Echinidenkeim ab, wo unter den fünf Zellen desselben eine Zelle einen Monaster gebildet hat, während in den anderen Amphiaster enthalten sind; die Nachkommen dieser Zelle würden, falls dann regelrechte Amphiaster sich bilden, mit der doppelten Menge Chromosomen an der Entwicklung teilnehmen. Diese Fähigkeit einzelner Furchungszellen zur Monasterbildung könnte möglicherweise bei parthenogenetischer, sonst mit regelrechter Furchung einhergehender Entwicklung dazu führen, dass einzelne Keimbezirke grössere und chromatinreichere Kerne haben könnten; vielleicht ist auf diesen Umstand z. B. die Beobachtung von Driesch zurückzuführen, der in parthenogenetischen Larven von Seeigeln kleine und grosse Mesenchymzellen gemischt fand.

Ich habe in der Arbeit vom Jahre 1908 schon darüber berichtet, dass sich die parthenogenetisch sich entwickelnden Eier trotz ausgebliebener Furchung zu bewimperten Larven differenzieren, die äusserlich bezüglich der allgemeinen Gestalt, der Ausbildung der Wimperhaare,[1]) des Haarschopfes, denen aus befruchteten Eiern gezüchteten vollkommen ähnlich aussehen.

Ich habe spätere Stadien (20—24 Stunden vom Beginn des Experimentes) eingehender auf Schnitten untersucht und im Inneren des ungeteilten Eizelleibes eine Menge Kerne oder charakteristische pluripolare Mitosen gefunden.

Ich habe letzthin bei einer Reihe von Experimenten früherer Stadien 4, 6, 8, 10, 12 Stunden usw. fixiert; ich habe hierbei gehofft, von Stadium zu Stadium in dem ungeteilten Zelleib der Eier eine immer grössere Anzahl von Kernen, sowie pluripolare Mitosen mit wachsender Zahl von Teilungszentren zu finden.

Die Bilder der Schnittpräparate entsprachen indessen diesen Erwartungen nicht, vielmehr war ich überrascht, in den Eiern,

[1]) Ebenso wie in der vorigen Arbeit (1908), so habe ich auch in dieser in den Abbildungen die Cilien nicht mit berücksichtigt, da sie an fixierten Schnittpräparaten in den früheren Stadien gar nicht, in den späteren sehr schlecht erhalten, nur teilweise zu sehen sind, so dass man aus den Schnittpräparaten absolut nicht ersehen kann, ob und in welchem Maße dieselben an den lebenden Eiern vorhanden waren.

die selbst 10 oder 12 Stunden vom Beginn des Experimentes fixiert wurden, pluripolare Mitosen nur ganz ausnahmsweise zu finden, dagegen fanden sich neben Monasterbildern, die anfangs zahlreich, dann aber immer seltener sich trafen, vorwiegend bipolare Mitosen in allen möglichen Phasen. Diese bipolaren Mitosen (als Beispiel sei auf Fig. 18 verwiesen) zeichneten sich durch grossen, je spätere Stadien untersucht wurden, desto grösseren Chromosomenreichtum aus, eine Zählung der Chromosomen war nicht möglich, aber auf den ersten Blick konnte man wahrnehmen, dass die Chromatinmasse mehrwertigen Synkaryonten oder mehreren Kernen entstammen musste.

Die zweipoligen Spindeln hatten zum Teil eine mächtige Polstrahlung, zum Teil aber (seltener) fehlte diese Strahlung vollständig und die Konturen der kompakten, gewöhnlich kürzeren Spindel schnitten sich scharf von der Umgebung ab (solche Bilder erinnerten an die vorhin beschriebenen strahlenlosen Spindeln der früheren Stadien). Wo ruhende Kerne in den Eiern zu sehen waren, waren entweder zwei mächtige Kerne, viel voluminöser als die anfänglichen Kerne, oder aber ein einziger sehr grosser und zwar je spätere Stadien man untersuchte, desto grösserer Kern; bisweilen war neben einem sehr grossen Kerne ein oder einige ganz kleine Kerne (vgl. Fig. 22) zu sehen, der grosse Kern konnte entweder vollkommen rund oder gelappt (Fig. 23) erscheinen. Wo sich die Teilung des Eies in zwei Furchungszellen erhalten hat, konnte man in denselben vorläufig gleichfalls keine pluripolaren Mitosen finden, sondern Monaster (Fig. 21), bipolare Mitosen und entweder zwei Kerne, oder häufiger nur einen, und wiederum: ein je späteres Stadium untersucht wurde, desto grösser waren die Kerne (Fig. 19 und 20).

Alle diese Bilder zusammen lassen keine andere Deutung zu, als die, dass eine Zeitlang, sei es in dem ungeteilten Eizellleib, sei es in den beiden Blastomeren keine Vermehrung der Zahl der Kerne stattfindet, dass aber die mitotischen Vorgänge zur Ausbildung einer immer grösseren Masse organisierter Kernsubstanz in Form von grossen Synkaryonten führen.

Dieses Anwachsen geschieht entweder durch sich wiederholende Monasterbildung oder aber (ähnlich wie nach der oben besprochenen ersten Mitose des Eikerns) dadurch, dass die aus der bipolaren Mitose entstandenen Kerne meist wieder zu einem

Synkaryon verschmelzen, sodann sowohl in diesem Falle, als auch dann, wenn sie getrennt bleiben, keine pluripolare, sondern wiederum eine an Chromosomen reichere bipolare Mitose liefern und dass auch dieser Vorgang sich wiederholen kann, was zur Bildung immer voluminöserer Kerne führt. Als vorläufiges Endprodukt der Entwicklung, welche bis dahin einen abnormen Verlauf nahm, erhalten wir also Eier, welche im einheitlichen Eizellleibe grosse Synkaryonten enthalten.

Sodann aber, durchschnittlich 12 Stunden vom Beginn des Experimentes, beginnen sich Prozesse abzuspielen, durch welche die beiden hauptsächlichsten Störungen, welche sich bis dahin geltend machten, überwunden werden, nämlich die weiteren Entwicklungsvorgänge führen zur Herausbildung kleinerer Kerne und es erfolgt eine allmähliche Zerlegung des Eies in kleinere Zellen. Während bis dahin mehrpolige Mitosen nur ganz ausnahmsweise in Form von Triastern oder Tetrastern (ebenen Tetrastern oder Tetraëdern) zu finden waren, fangen jetzt pluripolare Mitosen an, immer häufiger aufzutreten, während bipolare Mitosen in den ungeteilten Eiern allmählig vollkommen fehlen, und ebenso findet man in den Eiern eine grössere Anzahl von Kernen, die ihre Selbständigkeit bewahren. Diese pluripolaren Mitosen verdienen eine besondere Aufmerksamkeit.

Zunächst findet man pluripolare Mitosen mit verhältnismässig kleiner Zahl von Polen, aber sehr grossen Mengen von Chromosomen. Als Ausgangspunkt für dieselben müssen sicherlich die prächtigen Knäuel, welche man in einheitlichen oder gelappten Synkaryonten oft zu beobachten Gelegenheit hat, aufgefasst werden.

Im Stadium des Muttersterns bilden die Chromosomen eine gemeinsame Äquatorialplatte, um welche herum sich die Strahlungen mehr oder weniger regelmässig gruppieren und sich mit ihren Strahlen in den Chromosomenhaufen der Äquatorialplatte einsenkend, ihr eine eingebuchtete Form einprägen. Fig. 24 stellt das Bild eines mehrstrahligen Muttersterns dar, dessen andere Strahlungen auf den nächsten Schnitten lagen.

In Fig. 25 sehen wir ein Tochtersternstadium, jeder Stern ist aus einer Unmasse von Chromosomen zusammengesetzt; derartige Stadien mit drei, vier, fünf und mehr riesigen Tochtersternen sind häufig anzutreffen. Und da in den Eiern dieser

Stadien, insofern sie ruhende Kerne enthalten, immer häufiger mehrere gesonderte Kerne zu finden sind, so kann man, glaube ich, annehmen, dass die aus diesen Mitosen hervorgehenden Kerne ihre Selbständigkeit bewahren, wenn auch vielleicht ein Teil noch weiterhin zu Synkaryonten zusammenfliessen mag.

Sodann trifft man Mitosen mit allmählich anwachsender Zahl von Strahlungen und die Chromosomen, in grosser Zahl und dichtgedrängt, ordnen sich mehr in Netz- resp. Wabenform zwischen den Strahlungen an (vgl. Fig. 26), eine grössere Reihe von Tochtersternen, sodann eine grössere Zahl von selbständigen Kernen (vgl. Fig. 27) schliessen diese Mitose ab.

Falls die anfängliche Teilung des Eies in zwei Furchungszellen sich erhalten hat, spielen sich in jeder der beiden Teilhälften ganz ähnliche Prozesse ab. Anstatt der Monaster, anstatt der bipolaren Mitosen, anstatt grosser Synkaryonten findet man hier von jetzt ab gleichfalls diesen Typus der pluripolaren Mitose, die zur Bildung selbständiger Kerne in grösserer Zahl führt. Fig. 28 stellt ein charakteristisches Beispiel hierfür dar. Das Stadium der Tochtersterne in einer der beiden Furchungszellen stellt die Fig. 36 meiner vorigen Arbeit (1908) dar.

Sowohl in der ungeteilten Eizelle als auch in den beiden Blastomeren sind die aus der pluripolaren Mitose resultierenden Kerne oft von ungleicher Grösse (vgl. Fig. 28); dies erklärt sich daraus, dass bei der pluripolaren Mitose die Chromosomen in verschiedener Quantität auf die einzelnen Teilungszentren verteilt werden, ein Teil der ganz kleinen Kerne mag auch dadurch entstanden sein, dass nicht alle Chromosomen nach den Polen befördert wurden und in der Wanderung zurückgeblieben, sich vielleicht gruppenweise zu selbständigen Kernen entwickelten. Diese Hemmung in der Wanderung der Chromosomen findet man sowohl bei bipolaren als auch multipolaren Mitosen in den Eiern dieser Versuche häufig.

Diese mitotischen Figuren bilden einen Übergang zu dem Typus der pluripolaren Mitose, wie ich ihn in meiner im Jahre 1908 veröffentlichten Arbeit genauer gewürdigt habe. Diese Mitosenbilder, wie ich sie in parthenogenetischen Eiern bisher nur in annähernder Ähnlichkeit bei Morgan und Lefevre abgebildet finde, entstehen offenbar in Eiern mit mehr oder weniger regelmässig im ganzen Zelleib verteilten selbständigen Kernen, welche

alle gleichzeitig ins Spiremstadium eintreten. Die Strahlungen gruppieren sich regelmässig im Zelleib und die Chromosomen werden nach Auflösung der Kernmembranen gleichmässig zwischen denselben verteilt, so dass die Äquatorialplatte eine immer mehr regelmässige Netz- und Wabenform aufweist und das Strahlenzentrum genau die Mitte jeder Masche einnimmt. Man erhält bei Betrachtung derartiger mannigfaltiger Muttersterne mit so äusserst regelmässiger Konstellation der Pole den Eindruck, dass die Einstellung der Sphären in Gleichgewichtslage, entsprechend ihrer Abstossung und Bindung (Boveri), in Anbetracht ihrer grossen Zahl, in geradezu mathematisch präziser Weise geregelt wird.

Die Tochtersterne liegen entsprechend der Lage der Strahlungen in regelmässigen Abständen voneinander, ebenso die Tochterkerne, welche in den Anfangsstadien die charakteristische Form von Lochkernen aufweisen.

Auch hier verteilen sich vielleicht die Chromosomen der Äquatorialplatte, von den benachbarten Strahlungen beeinflusst, nicht ganz regelmässig auf die einzelnen Tochtersterne, so dass die sich herausbildenden Tochterkerne nicht alle von der gleichen Grösse sind, einige grössere mögen sich auch wiederum durch Verschmelzung näher aneinander gelegener Kerne erklären.

In den Fig. 29, 30, 31, 32 gebe ich einige prägnante Beispiele der Hauptphasen dieser Mitosen, während weitere Beispiele in meiner oben zitierten Arbeit (1908) enthalten sind; bei Betrachtung der Figuren ist zu berücksichtigen, dass sie Schnittbilder darstellen und dass weitere Schnitte desselben Eies ähnliche Bilder lieferten, so dass tatsächlich bisweilen der ganze Protoplasmaleib des Eies gleichmässig mit für die mitotische Figur in Anspruch genommen wird. Ruhende, in der ganzen Eizelle mehr oder weniger regelmässig verteilte Kerne bilden den Abschluss des mitotischen Prozesses, Fig. 33 und 34 bieten hierfür zwei Beispiele, weitere sind in derselben oben zitierten Arbeit enthalten.

Als besonders wichtiges Moment, welches die gegenseitige Einwirkung von Kern und Protoplasma illustriert, möchte ich hervorheben, dass fast stets sämtliche Kerne einer Eizelle gleichzeitig in Mitose eintreten und auch das gleiche Tempo einhalten,[1])

[1]) Dieselbe Wechselwirkung von Kern und Cytoplasma hebt Němec bei seinen Versuchen an Pflanzenzellen hervor, er betont, „dass in den

bisweilen nur machen sich kleine Zeitunterschiede geltend (vgl. z. B. Fig. 26 meiner früheren Arbeit [1908], wo neben einer Reihe von Lochkernen vier Kerne erst auf dem Stadium von Tochtersternen sind).

Wenn man das Verhältnis der Zahl der Strahlungen zu den Chromosomen in diesen Mitosen näher untersucht, so fällt es, im Vergleich zu den bipolaren Mitosen der früheren Stadien und auch den früheren pluripolaren Mitosen, sofort auf, dass im Stadium des Muttersterns sowohl, als auch im Stadium der Tochtersterne die den einzelnen Polen zugeteilte Zahl der Chromosomen eine verhältnismässig viel geringere ist, so dass man annehmen muss, dass in diesen pluripolaren Mitosen ein Vorgang gegeben ist, durch den die in den Synkaryonten angehäuften Mengen der Chromosomen allmählich auf eine grössere Anzahl von Kernen in successiv geringerer Quantität ungefähr gleichmässig verteilt werden.

Mit dem Stadium, wo die aus den Mitosen hervorgegangenen Kerne ihre Selbständigkeit bewahren und im Eizelleibe verteilt liegen bleiben, beginnt auch ein zweiter Vorgang, der der Herstellung normaler Verhältnisse zustrebt, nämlich die Abgrenzung von einzelnen Zellterritorien um einzelne Kerne oder Kerngruppen. Individuelle Unterschiede machen sich in weitem Maße geltend, bisweilen tritt diese Art der „Abfurchung" schon früher auf, als noch die Zahl der Kerne verhältnismässig gering ist, so dass grössere Zellen mit verhältnismässig grossen Kernen zu sehen sind, oder aber der Eizelleib erhält sich lange ungeteilt und enthält eine grosse Menge von Kernen, um welche erst später die Abgrenzung der Zellterritorien beginnt.

Um die Zahl der Abbildungen nicht zu häufen, gebe ich hier keine Illustration dieser allmählich erfolgenden „Furchung", in meiner vorigen Arbeit (1908) sind einige Beispiele wiedergegeben (Fig. 27—34). Ich möchte nur einige Tatsachen hervorheben:

Die Grösse der Zellteritorien ist proportional der Grösse des Kerns, deswegen sind die Zellen bisweilen ungefähr gleich gross, bisweilen aber von sehr ungleicher Grösse, ähnlich wie in analogen Beobachtungen von Lefevre, Petrunkewitsch.

mehrkernigen Zellen alle Kerne immer simultan zur Karyokinese herantreten". (1910 S. 149.)

Godlewski u. a., oder in den Beobachtungen von Gerassimow, Němec bei Pflanzen.

Besonders grosse Zellterritorien entstehen um grössere Synkaryonten, oder aber ein Teil des Zelleibes kann in kleinere einkernige Zellen zerklüftet sein, während in einem grossen Zellterritorium eine grössere Zahl von Kernen enthalten ist (solche Beispiele bildet auch Petrunkewitsch für parthenogenetische Echinidenkeime ab), es können auch mehrere solche grössere mehrkernige Zellterritorien vorhanden sein.

Ich möchte betonen, dass diese Abfurchung nicht nur individuell in sehr verschiedenem Stadium der Entwicklung einsetzt, sondern dass auch die pluripolaren Mitosen und die Herausbildung getrennter Kerne durch dieselben in einem und demselben Versuch bei den einzelnen Eiern zeitlich sehr verschieden auftreten.

Man findet nämlich in spät fixierten Stadien (24, 27, 30 Stunden) neben vollkommen gleichmässig abgefurchten Eiern, neben solchen, welche eine Menge ungefähr gleich grosser Kerne oder pluripolare Mitosen mit grosser Zahl von Teilungszentren im ungeteilten Protoplasmaleib enthalten, Eier, welche pluripolare Mitosen mit grossen Chromosomenmassen aber wenigen Polen, oder einige grosse Kerne aufweisen, oder welche in eine geringere Zahl von grossen Zellen mit grossen Kernen geteilt sind: daneben treffen sich aber auch Eier, welche noch auf diesem späten Stadium nur einige sehr grosse Synkaryonten oder selbst nur einen Riesenkern beherbergen. Man erhält demnach gewissermassen die verschiedensten Phasen der Entwicklung in den Schnittbildern der späteren Entwicklungsstadien gleichzeitig zu Gesicht, was aufs prägnanteste die individuellen Unterschiede der Entwicklungsfähigkeit der einzelnen Eier desselben Weibchens illustriert; dass überdies in mancher Beziehung die Versuchsresultate der einzelnen, unter ganz denselben Bedingungen aber mit den Eiern anderer Weibchen vorgenommenen Versuche schwanken können, habe ich schon und werde noch Gelegenheit haben, zu betonen.

In derartigen nachträglich gefurchten oder in Furchung begriffenen Eiern trifft man öfters Kernteilungsfiguren, und man kann feststellen, dass die Mitosen in den einzelnen Zellen unabhängig verlaufen, dass also die Mehrzahl der Zellen z. B. ruhende Kerne enthalten kann, während in anderen Mitosen in verschiedenen

Phasen angetroffen werden. Wenn jedoch die Mitose in einem Zellterritorium auftritt, das eine grössere Zahl von Kernen oder grössere Synkaryonten enthält, so sieht man die mitotischen Veränderungen ebenso wie in den ungeteilten Eiern gewöhnlich in allen Kernen gleichzeitig entstehen und in dem gleichen Tempo vor sich gehen; man erhält dieselben charakteristischen Bilder der pluripolaren Mitosen, wie vorhin in den ganzen Eiern, nur in einem kleineren Gebiet.

Diese Bilder von unregelmässig abgefurchten Eiern und von Blastomeren, welche mehrere an Grösse verschiedene Kerne, grosse Synkaryonten oder mehrpolige Mitose enthielten, finden sich auch in den Arbeiten von Scott, Lillie, Lefevre, Bataillon, Petrunkewitsch; ähnliche Bilder hat auch Godlewski bei durch CO_2 beeinflussten befruchteten Eiern von Echinodermen in den Blastomeren erhalten.

Und auch diese pluripolaren Mitosen dürften dieselbe Bedeutung haben, wie die vorhin in den ungeteilten Eiern beschriebenen, nämlich die mehr oder weniger regelmässige Verteilung der Überzahl von Chromosomen auf mehrere kleinere Kerne, denn die pluripolaren mitotischen Figuren in den einzelnen Zellterritorien, z. B. Tochtersterne, zeichneten sich durch relativ geringen Chromosomenreichtum aus, in einigen günstigen Bildern konnte man die Chromosomen annähernd zählen und feststellen, dass ihre Zahl ungefähr derjenigen in den Zellen normalkerniger, amphikaryotischer Larven entsprach. Die bipolaren Mitosen in den einzelnen Furchungszellen liefern schliesslich Bilder, die zum Teil vollkommen denen in amphikaryotischen Larven zu entsprechen scheinen (Fig. 35, 36); ob die Chromosomenzahl in allen Zellen gleich ist, kann man nicht ermessen, da infolge ihrer Kleinheit und ihrer meist gedrängten Lage nur eine approximative Zählung möglich ist.

Durch diese Abfurchung und durch die Mitosen, welche in den einzelnen Zellen selbständig sich weiterhin abspielen, werden Bilder von Larven geliefert, welche den normalen amphikaryotischen aus befruchteten Eiern hervorgegangenen sich vollkommen nähern (vgl. Fig. 35, 36, 37), und zwar nicht nur bezüglich der allgemeinen Gestalt und Anordnung der Zellen, sondern auch bezüglich der Kernverhältnisse. Selbst im ungeteilten Eizelleibe, wo eine grössere Menge ungefähr gleich grosser Kerne enthalten war,

konnte man wahrnehmen, dass eine Verminderung der Kernvolumina eintrat, durch die weiteren Mitosen in den einzelnen Zellterritorien wird eine der normalen sich vollkommen nähernde quantitative Kernplasmarelation erreicht.

Die parthenogenetischen Larven, die nach Ausstossung der beiden Richtungskörper sich entwickelten, lebten etwa drei Tage, wenn auch ein Teil bereits am zweiten Tage abzusterben begann; zum grössten Teil zeigten sie aber lebhafte Bewegungen, die Anordnung der Flimmerhaare, die Ausbildung des mächtigen Haarschopfs, die ganze äussere birnförmige Gestalt glich ganz derjenigen bei normalen Larven.

Wenn man aber diese Eier im Verlaufe des zweiten Entwicklungstages fixiert und auf Schnitten untersucht, so kommt man zu dem Ergebnis, dass sie sich trotz der lebhaften Dokumentierung der Lebenserscheinungen, trotz der mächtigen Entwicklung der Flimmerhaare, tatsächlich innerlich nicht mehr oder nur sehr wenig weiter entwickelten. Karyokinetische Figuren werden nach 27—30 Stunden nur noch sehr selten, dann gar nicht mehr angetroffen, so dass die Larven, auf einem gewissen Entwicklungsstadium angelangt, innehalten. Dabei kann man in den Zellen deutliche Degenerationserscheinungen wahrnehmen, welche sich sowohl an den Kernen, als auch im Plasma durch die Bildung von Vakuolen, durch den Austritt von Protoplasmaklümpchen kundgeben. Späterhin führen diese Degenerationserscheinungen zu vollkommenem Zerfall und Verflüssigung der inneren (also sozusagen entodermalen und mesodermalen) Zellen, während die äusserlich gelegenen bewimperten „Ektodermzellen" widerstandsfähiger sind, so dass man später oft einschichtige Zellkugeln sieht, in deren Innerem ein grosser, von Flüssigkeit und Detritusmassen erfüllter Hohlraum enthalten ist, ein vollkommen pathologisches Bild, wie es auf keiner Entwicklungsstufe bei normaler Entwicklung anzutreffen ist.

Durch den Zerfall und die Verflüssigung des Protoplasmas der inneren Zellen kommen häufig nackte Kerne in die Höhle zu liegen, wo sie dann zerfallen und sich auflösen; diesen Prozess, wie ihn ähnlich Godlewski und Baltzer bei Echinodermen beschrieben haben, veranschaulicht die Fig. 61, welche zugleich auch Degenerationserscheinungen an den äusseren Zellen in Form von austretenden Protoplasmaklümpchen zeigt.

Natürlich habe ich in den späteren Stadien darauf geachtet, nur die lebenden Eier zur Untersuchung zu fixieren, ich habe also die im Wasser sich bewegenden oder frei herumschwimmenden Larven abgegossen, während am Boden des Gefässes stets eine Quantität von abgestorbenen Eiern lag; nach Tötung der schwimmenden Larven durch Zusatz einer kleinen Menge des Fixierungsmittels und nach nachträglichem Abgiessen des Wassers wurden nur diese Larven fixiert. Den Entwicklungsgang nämlich, wie ich ihn oben beschrieben habe, der zu einem den normalen Larven ähnlichen Produkt führt, schlägt nur ein gewisser Prozentsatz der Eier ein, und dieser ist in den einzelnen Versuchen individuell sehr verschieden.

Man erhält schon während der früheren Entwicklungsphasen der Eier verschiedene abnorme Bilder, aus denen man ersehen kann, dass diese Eier bei weiterer Entwicklung keine der Norm genäherten Produkte geliefert hätten. Ich kann unmöglich alle die ungemein zahlreichen Abnormitäten genauer schildern, sie sind eben zu mannigfach; sie betreffen sowohl die Kerne als auch den Protoplasmaleib der Eizelle, ihr pathologisch degenerativer Charakter lässt sich aber leicht feststellen. In den Kernen einiger Eier, zum Teil schon auf früheren Stadien (6, 8 Stunden) sieht man bisweilen das Chromatin nicht, wie normal, in Form eines Netzes, sondern zu einem gemeinsamen Klumpen zusammengeballt, solche Chromatinklumpen sieht man bisweilen aus dem Kernbläschen ins Protoplasma austreten, wo sie anscheinend dem Zerfall anheimfallen, man sieht nämlich öfters Eizellen mit blassen, wie chromatinlosen Kernen, auch das Protoplasma verhielt sich in solchen Eiern anders den Farbstoffen gegenüber und war bisweilen abnorm vakuolisiert.

Bei vielen Eiern sah man grössere oder kleinere Extraovate, da in dieselben auch Kerne teilweise übergingen, so führte die weitere Entwicklung zur Bildung ganz abnormer vielgestaltiger Gebilde.

In späteren Stadien, wo die Abgrenzung von Zellterritorien beginnt, können die Zellkomplexe wahrscheinlich infolgedessen, dass die Membran zu schwach ist, um sie zusammenzuhalten, eine abnorme und äusserst vielgestaltige Gruppierung annehmen. Am lebenden Material sind in Anbetracht dessen, dass auch die Gebilde, welche einen abnormen Entwicklungsgang eingeschlagen

haben, bewimpert sein können, diese verschiedenen Abweichungen nur zum kleinen Teil erkenntlich.

Diese verschiedenen pathologischen Störungen führen dazu, dass in späteren Stadien die abnormen Bilder immer häufiger werden und dass ein immer kleinerer Teil der Eier einer der normalen genäherten Entwicklung zustrebt; der Prozentsatz der verhältnismässig normalen Eier im Verhältnis zu den offenkundig pathologischen ist in den einzelnen Versuchsserien sehr verschieden. Wenn man indessen mit den Präparaten durch genaue Beobachtung besser vertraut ist, so gelingt es meiner Ansicht nach leicht, sie zu eliminieren und sie nicht in den Entwicklungsgang, welcher der Norm zustrebt, einzureihen. Einen Anhaltspunkt bei der Beurteilung der normalen Bilder hat man noch in dem Verhalten der grossen in der peripheren Plasmaschicht angesammelten, in Farbstoffen sich dunkel tingierenden Körner. Denn wenn diese auch selbst bei normalen befruchteten Eiern während der Mitose in früheren Entwicklungsstadien zum Teil nach dem Zellinneren in die Nähe der Pole der mitotischen Figur befördert werden, so bleiben sie späterhin in den peripheren Schichten liegen und namentlich, als die Wimperhaare sich herausbilden, sind die Deutoplasmakörner an der Peripherie der Ektodermzellen äusserst regelmässig und deutlich radiär angeordnet, zumal da die anfangs runden Körner eine etwas radiär gestreckte Gestalt annehmen. In den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern, welche auch sonst bezüglich des Aussehens der Kerne, bezüglich der mitotischen Figuren, selbst wenn diese pluripolar waren, bezüglich des Aussehens des Protoplasmas, der rundlichen Gestalt usw. die wenigsten Abweichungen aufwiesen, zeigten auch die Deutoplasmakörner eine periphere Lage und in späteren Stadien waren sie gleichfalls etwas radiär langgestreckt, während sie in anderen, mehr abnorm sich verhaltenden Eiern nach dem Inneren des Zelleibes, so z. B. in die Nähe der Pole der mitotischen Figuren hinwanderten oder selbst die mitotischen Figuren so dicht umgaben, dass sie die Chromosomen verdeckten und von ihnen nur schwer zu unterscheiden waren. Umgekehrt konnte man schon aus der abnormen Lage der Deutoplasmakörner auf Störungen innerhalb der Eier schliessen. Ich habe in den Einzelheiten das Verhältnis und die normalen und abnormen Lageänderungen der grossen Deutoplasmakörner in dieser Arbeit nicht

genauer erörtert, da ich besonders auf diesen Gegenstand im Anschluss an die Arbeiten von Fischel, Garbowski u. a. Autoren zurückzukommen gedenke.

Die mitotischen Figuren können bei diesen Experimenten, abgesehen von den beiden oben hervorgehobenen Abweichungen, nämlich dem abnormen Chromatinreichtum der bipolaren Mitosen und der Bildung von pluripolaren Mitosen, noch verschiedene andere Abnormitäten aufweisen. Dass die Polstrahlung fehlen kann, habe ich schon oben hervorgehoben, die Spindel selbst kann in mancher Beziehung abnorm, klein, verkrüppelt, verbogen, tonnenförmig ohne Polstrahlung, erscheinen, vor allem aber können die Chromosomen namentlich im Stadium des Muttersterns und der Tochtersterne mehr oder weniger gleichsam zu einer Masse verklumpt sein.

In vieler Beziehung erinnern diese abnormen Mitosen an die unregelmässigen Teilungsfiguren, welche Bataillon bei der parthenogenetischen Entwicklung von Rana fusca und Petromyzon Planeri beschrieben hat, ebenso an die Bilder, welche Schiller an Cyclops-Eiern und ihren Furchungszellen durch Ätherisation, durch Einwirkung von Chloroform oder mechanische Reize hervorgerufen hat.

So abnorm aber auch die mitotischen Bilder bisweilen aussehen mögen, so kann man doch stets dieselben als pathologisch veränderte Mitosen erkennen und man braucht nicht an eine Umwandlung in einen amitotischen Teilungstypus zu denken, wenn auch auf den ersten Blick vielleicht die Bilder als amitoseähnlich erscheinen mögen.

Schliesslich möchte ich hervorheben, dass in den mitotischen Bildern der Anaphasen häufig Bilder vorkommen, wo die Chromosomen durch Metakinese in ungleichem Maße nach den Polen hinbefördert werden und in der Wanderung zurückbleiben, so dass zwischen den Tochtersternen oder auch Tochterspiremen einzelne Chromosomen oder Chromosomengruppen im Bereich der Spindel liegen bleiben.

Diese Bilder erinnern ausserordentlich an das von Herbst bei seinen Bastardierungsversuchen, ebenso von Baltzer beobachtete „Nachhinken“ von Chromosomen. Dies findet man sowohl bei den bipolaren Mitosen der früheren und späteren Entwick-

lungsstadien als auch bei pluripolaren Mitosen. Aus solchen in der Wanderung gegen die Pole zurückgebliebenen einzelnen Chromosomen oder Chromosomengruppen bilden sich selbständige kleinere Kerne heraus, welche man sehr häufig in den Präparaten neben grösseren Kernen oder sehr grossen Synkaryonten findet, bisweilen nur einen einzigen, bisweilen auch mehrere, ja bisweilen kann sogar die Zahl solcher winzig kleinen, offenbar aus einzelnen Chromosomen gebildeten Kerne sehr gross sein.

Dies erinnert an die Vorgänge, wie sie auch bei anderen Zellen und namentlich während der Herausbildung des Eikerns nach der zweiten Richtungsmitose und während der Furchung befruchteter Eier verschiedener Tiere vielfach beobachtet wurden, wo aus den einzelnen Chromosomen besondere Karyomeren entstehen (vgl. O. und R. Hertwig, Rückert, Häcker, Vejdovský, Reuter, Boveri, Soulier, Bonnevie, Lillie und viele andere, für Pflanzen Němec u a.).

Anhang zu Abschnitt I.

Anhangsweise möchte ich noch eine Beobachtung erwähnen, welche ich beim Studium der Schnitte derjenigen Eier, die zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, gemacht habe: In einigen Eiern, welche etwa in fünf Stunden und später fixiert wurden, sah man, dass die beiden Richtungskörper nicht an der Peripherie des Eies unter der Membran liegen geblieben sind, sondern sich in die Eizelle einsenkten, so dass zwischen die Richtungskörper und die Membran sich die grosse Deutoplasmakörner enthaltende Eischicht dazwischenschob. Teilweise waren die Konturen der so in das Ei hineingeratenen Richtungskörper noch erhalten, teilweise aber verschmolzen sie offenbar mit dem Plasma der Eizelle selbst, so dass die Kerne in den Eizelleib zu liegen kamen; sie waren bisweilen noch von einer helleren homogenen Schicht umgeben, wie sie die Richtungskörper kennzeichnet, bisweilen jedoch war die sie umgebende Plasmaschicht feinkörnig granuliert, wie der übrige Zelleib; diese verschiedenen Bilder dürfen wohl als die sukzessiven Stadien der immer innigeren Verschmelzung der Richtungskörper mit dem Eizelleib betrachtet werden. Fig. 15 zeigt z. B. die Kerne der auf diese Weise mit dem Protoplasmaleib der Eizelle verschmolzenen Richtungskörper. Die Kerne derartig mit dem Eizelleib verschmolzener Richtungskörper waren

sehr oft im Verhältnis zu den gewöhnlichen Richtungskörpern deutlich aufgequollen, bildeten grössere Bläschen, einige enthielten das Chromatin im Knäuelstadium; bisweilen war die Kernmembran bei einem oder auch beiden Kernen aufgelöst und die Chromosomen lagen in kleinen Haufen in der Plasmamasse, und selbst eine zarte Strahlung war bisweilen bei ihnen sichtbar. Vielleicht konnten diese Chromosomen bei eventuell eintretender pluripolarer Mitose mit in den Bereich der mitotischen pluripolaren Figur einbezogen werden — eine sichere Feststellung der Tatsache ist natürlich unmöglich. Diese Verschmelzung der Richtungskörper mit der Eizelle erfolgt erst in etwas späteren Stadien (fünf, sechs Stunden vom Beginn des Experiments), es wäre meiner Ansicht nach verfehlt, diesem Vorgange eine grössere Bedeutung zuzuschreiben und darin einen Anklang an die bei einigen Tieren bei normaler Parthenogenese beobachtete Zurückhaltung des zweiten Richtungskörpers und die Verwendung des Kerns zur Bildung der Furchungsspindel zu erblicken: vielmehr ist, glaube ich, diese Tatsache als ein Ausdruck derselben Tendenz zur Verschmelzung, Agglutination, zu betrachten, wie sie von anderen Autoren (Driesch, Loeb) sowohl, als auch von mir bei Anwendung der parthenogenen Mittel beobachtet wurde: wo nämlich die Membran auf der Oberfläche des Eies nicht ausgebildet war oder wo die ausgebildete Membran (wie bei Einwirkung konzentrierten Meerwassers auf die Eier von Mactra) in frischem Meerwasser sodann zerfloss, verschmolzen die Eier zu zweien oder zu mehreren in eine gemeinsame Masse. Da die Richtungskörper von der Eizelle durch die Membran nicht getrennt, vielmehr durch die Membran an die Eizelle gepresst sind, wird die Verschmelzung befördert.

Als Einleitung zu dieser Verschmelzung scheint mir eine Volumzunahme der Richtungskörper aufzutreten, ich habe nämlich oft in diesen Stadien auf Schnitten grosse, wie aufgequollen erscheinende Richtungskörper gesehen.

II. Vorgänge in Eiern, bei welchen die Richtungskörper zurückgehalten wurden, und zwar:

A. Die beiden Richtungskörper.

Wenn man eine stärkere Konzentration der $2^1/_2$ n KCl-Lösung-Meerwassermischung anwendet oder aber auch eine schwächere Lösung längere Zeit auf die Eier von Mactra einwirken lässt, so kann man (vgl. Näheres in meiner Publikation 1904 und 1911) sehen, dass die Eier überhaupt keine Richtungskörper ausstossen, dass sie sich aber zu schwimmenden bewimperten Larven entwickeln, welche gleichfalls bezüglich des äusseren Aussehens, der Gestalt, der Anordnung der Wimperhaare, des Haarschopfs usw. den normalen, aus befruchteten Eiern stammenden Larven völlig ähnlich aussehen und bezüglich der Lebensdauer unter den künstlichen Laboratoriumsverhältnissen diesen völlig gleichkommen.

Auch andere Autoren haben bei anderen Tieren, deren Eier als unreife Eier zu parthenogenetischer Entwicklung künstlich angeregt wurden, festgestellt, dass die parthenogenetische Entwicklung von dem ausbleibenden oder stattfindenden Reifungsprozess unabhängig ist (Delage, Garbowski, Lillie, Treadwell, Scott, Lefevre). Einige Autoren berichten hierbei, dass die erste (eventuell, falls der erste Richtungskörper ausgestossen und nur die Ausstossung des zweiten unterdrückt wurde, die zweite) Richtungsspindel direkt als Furchungsspindel fungierte und zur sofortigen Teilung des Eies in zwei Furchungszellen führte (Lefevre). Auch ich habe bei Mactra diese Umwandlung der Richtungsspindel in die Furchungsspindel bei der Anwendung konzentrierten Meerwassers, vermöge dessen ich gleichfalls Anfangsstadien der parthenogenetischen Entwicklung erreicht habe, feststellen können (vgl. 1904).

Bei der Anwendung des KCl-Gemisches verläuft aber die Entwicklung, wie uns die Schnittpräparate belehren, anders.

Die Hauptpunkte des Entwicklungsganges, den ich in meiner früheren Arbeit (1904) genau untersucht habe, seien nur kurz hervorgehoben: Unter dem Einfluss des KCl-Gemisches bildet sich die erste Richtungsspindel aus, sie rückt sogar im Diasterstadium gegen die Peripherie des Eies hinauf, wölbt sich jedoch über die Oberfläche nicht empor, sondern zieht sich wiederum gegen das Innere, das Eizentrum, zurück: die beiden Chromo-

somengruppen, zwischen denen man noch deutliche Verbindungsfäden der Zentralspindel sieht, bilden keine bläschenförmigen Kerne. Die Zentriolen an den beiden Polen teilen sich symmetrisch und es bildet sich eine vierpolige mitotische Figur. Schon auf diesem Stadium erhält man mannigfache Bilder, entweder bietet die mitotische Figur das Aussehen von zwei zueinander parallel gelegenen mehr selbständigen oder von zwei in der Längsachse miteinander verbundenen Spindeln mit je einer Chromosomen-Äquatorialplatte, oder aber die Strahlungen nehmen die Ecken eines Quadrats, eventuell eines mehr unregelmässigen Vierecks ein, oder es bildet sich ein Tetraëder aus; je zwei benachbarte Pole sind untereinander verbunden und die Chromosomen ordnen sich zu einer gemeinsamen Äquatorialplatte an, wobei manche Abnormitäten in der Anordnung der Chromosomen, in der Anordnung der Strahlungen, die auch in grösserer Zahl sich schon bilden können, vorkommen.

Die Fig. 39 stellt eine vierpolige mitotische Figur in Metakinese dar.

Gewöhnlich bilden sich aus diesen mitotischen Vorgängen, die in langsamem Tempo verlaufen, vier Kerne heraus, welche kompakt und wie geschrumpft erscheinen. Ähnliche Bilder beobachtete auch Lefevre bei Thalassema mellita, falls die Richtungskörper, wie es dort ausnahmsweise vorkam, zurückgehalten wurden. Ein weiteres Verweilen der Eier von Mactra in der KCl-Mischung führt zu ganz pathologischen Bildern (vgl. meine Arbeit 1904). Um bloss die Ausstossung der Richtungskörper hintanzuhalten, die unnötige weitere Schädigung der Eier durch die KCl-Lösung jedoch zu verhindern, genügt es, die Eier etwa $1^1/_2$ Stunden in der KCl-Lösung zu belassen. Werden sie nach $1^1/_2$ Stunden (eventuell, wo man ganz sicher die Ausstossung der Richtungskörper verhindern will, auch nach drei Stunden und selbst mehr) in frisches Meerwasser übertragen, so quellen die vier Kerne zu schönen Kernbläschen heran.

Die vier Kerne sind entweder untereinander gleich und die Grösse eines jeden entspricht der Grösse des reifen Eikerns, oder aber, da sie gewöhnlich aus einer pluripolaren Mitose hervorgehen und bei pluripolaren Mitosen die Verteilung der Chromosomen auf die einzelnen Pole nicht regelmässig ist, so sind die Kerne bisweilen von ungleicher Grösse (vgl. z. B. die Kerne in

Fig. 40). In einigen Eiern sieht man neben den grösseren auch vereinzelte oder einige kleinere Kerne, welche offenbar aus einzelnen in der Wanderung gegen die Pole zurückgebliebenen Chromosomen entstanden sind.

Das Ei ist tetrathelykaryotisch. Bei der Mehrzahl der Eier fliessen die Kerne entweder zum Teil zusammen, so dass dreikernige oder zweikernige Eizellen entstehen, oder alle vier Kerne fliessen zu einem einzigen riesigen tetrathelykaryotischen Synkaryon zusammen, welches entweder gelappt, hufeisenförmig, bohnenförmig (vgl. Fig. 41) oder einheitlich kugelig sein kann. In diese vier Kerne ist die gesamte Chromatinmasse, welche in dem Kernbläschen des unreifen Eies vorgebildet war, übergegangen, trotzdem weist das aus der Verschmelzung der vier Kerne entstandene Synkaryon niemals die Grösse des Keimbläschens auf, so dass offenbar aus dem aufgelösten Keimbläschen Stoffe in den Protoplasmaleib der Eizelle übergehen, welche nicht, oder wenigstens nicht sofort, zum Aufbau der Kerne verwendet werden. Das tetrathelykaryotische Ei entwickelt sich weiter, und zwar gleichfalls ohne Furchung, es liefert schwimmende, bewimperte, und, wie ich vorwegnehmen darf, vielkernige Larven; man dürfte somit in den nächsten Stadien mit noch viel mehr Recht als bei den Eiern der im vorigen Kapitel beschriebenen Versuchsserien, wo die Eier als einkernige in Entwicklung traten, in den nachfolgenden Stadien nach der Anzahl der Kerne und der in Tätigkeit begriffenen Teilungszentren pluripolare Mitosen erwarten. Die Schnittbilder bestätigen indessen diese Erwartung nicht.

Dass aus den vier verschmolzenen oder gesondert gebliebenen Kernen sich eine bipolare Furchungsspindel bildet, habe ich schon in meiner ersten Arbeit (1904) beschrieben. Diese starken Spindeln (vgl. Fig. 42) zeichnen sich durch eine mächtige Polstrahlung aus und naturgemäss durch eine grosse Zahl von Chromosomen.

Führt die Mitose zur Teilung des Eies, was seltener zu beobachten ist, so enthalten die hierdurch entstandenen Tochterzellen, wie man von vornherein erwarten kann, sehr grosse Kerne (vgl. Fig. 43); gewöhnlich bleibt jedoch die Eizelle ungeteilt, die im gemeinsamen Eizelleibe liegenden Kerne bleiben getrennt oder fliessen wiederum zusammen (Fig. 45), und auch diese führen, wie man aus den Bildern der später fixierten Ver-

suchsstadien schliessen muss, wiederum zur Bildung von bipolaren Mitosen mit immer wachsender Chromosomenzahl und zur Bildung immer grösserer Tochtersterne und Tochterkerne, die zu riesigen Synkaryonten zusammenfliessen (Fig. 44). Lefevre sah bei Thalassema mellita in Eiern, die keine Richtungskörper ausgestossen haben, in der weiteren Entwicklung, falls Kernteilung ohne Zellteilung erfolgte, entweder mehrere Kerne oder durch ihre Verschmelzung entstehende sehr grosse Kerne, und, was das wichtigste ist, „a single giant spindle bearing an enormous number of chromosomes"; er erklärt gleichfalls die Entstehung dieser „giant bipolar figures" dadurch, dass die durch pluripolare Mitose oder durch wiederholte bipolare Mitose gebildeten Tochterkerne in einen grossen Kern verschmolzen, der bei der nächsten Mitose in eine zweipolige Spindel umgeformt wurde.

Diese Spindeln erinnern auch an die Spindeln, wie sie Stevens (Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 15, Taf. XIII, Fig. 14 und 15) bei Echinus microtuberculatus abbildet, oder an die bipolaren Mitosen in Synkaryonten von Pflanzen (Němec).

Ja, man findet auch in diesen Versuchen bei Mactra, und zwar bisweilen in grosser Zahl, Monasterbilder im ungeteilten Ei (vgl. Fig. 46 und 47), welche sich von den im vorigen Kapitel beschriebenen Monasterbildern in Eiern, die zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, dadurch unterscheiden, dass die Zahl der Chromosomen eine sehr grosse, nämlich von vornherein die vierfache ist. Und die Schnittbilder der in späteren Entwicklungsstadien fixierten Eier beweisen, dass sich diese Monasterbildung wiederholen kann, man trifft in ihnen nämlich Monaster mit enormer Zahl von Chromosomen, namentlich wenn diese sich schon geteilt haben: ein Teil der kolossalen Kerne in den ungeteilten Eizellen verdankt sicherlich dieser Quelle seine Entstehung. Und ebenso wie in der vorigen Versuchskategorie, so trifft man auch in dieser solche Monasterbilder auch in den beiden bisweilen zu beobachtenden Teilhälften des Eies (vgl. Fig. 48). In den Monasterbildern dieser Versuchsreihe findet man sehr oft, sogar grösstenteils, die in so grosser Zahl vorhandenen Chromosomen um die Strahlensonne nicht in Gestalt einer grösseren Kugelfläche angeordnet, sondern mehr in dichtem Haufen zusammengedrängt (vgl. Fig. 46 und 47), als ob die Strahlung nicht imstande wäre, die Unmasse von Chromosomen zu bewältigen.

So kann hier die wiederholte bipolare Mitose mit nachfolgender Verschmelzung der Tochterkerne sowie die Monasterbildung zur Entstehung riesiger Synkaryonten führen und diese führen eine Zeitlang wieder zur Bildung kolossaler bipolarer Spindeln mit ganz unzählbarer Menge von Chromosomen, wie wir sie z. B. in Fig. 49 in einem ungeteilten und in Fig. 50 in einem Ei, bei dem sich die Teilung in zwei Zellen erhalten hat, sehen.

Diese bipolaren Mitosen, welche im Stadium des Muttersterns sehr regelmässig erscheinen, weisen während der Metakinese und in den weiteren Anaphasen oft sehr abweichende Formen auf, vor allem werden oft nicht alle Chromosomen nach den beiden Polen hinbefördert, sondern es bleiben einige oder bisweilen auch viele von ihnen in der Wanderung zurück, so dass man zwischen den beiden Hauptgruppen der Chromosomen entweder vereinzelte Chromosomen oder aus mehreren gebildete kleinere Gruppen, und zwar wieder bisweilen in grösserer Zahl, antrifft. Man erhält ganz den Eindruck, als ob die beiden Teilungszentra und ihre Strahlungen nicht imstande wären, die Unmasse von Chromosomen zu beherrschen. Oft findet man sogar die beiden Tochtersterne unsymmetrisch, nach dem einen Pol werden viel mehr Chromosomen hinbefördert, während dem zweiten eine viel geringere Zahl zugeteilt wird, ein Rest der Chromosomen bleibt eventuell im Bereich der Zentralspindel liegen.

Da sich die vereinzelten Chromosomen oder Chromosomengruppen zu selbständigen Kernen entwickeln können, so erklären sich die mannigfachen Kernverhältnisse, welche man auf diesen Stadien findet, namentlich die Bilder, wo neben den beiden grossen Hauptkernen, die ihrerseits wieder von ungleicher Grösse oder zu einem riesigen Synkaryon verschmolzen sein können, zahlreiche kleinere und untereinander wieder an Grösse verschiedene Kerne sich finden. Diese kleineren Kerne können wohl untereinander und auch teilweise mit den Hauptkernen wieder verschmelzen, was zur Bildung gelappter, eingeschnürter Kerne führt. Wenn man solche eingeschnürten Kerne, wie sie in den mannigfachsten Formen auftreten, sieht, so könnte man allerdings auch an verschiedene Phasen der Durchschnürung grösserer Kerne, also eine Art amitotischer Teilung derselben denken. Aus den Bildern selbst kann man natürlich nicht entscheiden, ob diese Lappenform

das Resultat der Verschmelzung oder eine Phase des gegenteiligen Prozesses, nämlich der amitotischen Kernteilung ist, ein zwingender Grund zur Annahme der Amitose besteht indessen nicht und meiner Ansicht nach sind diese Bilder nur das Resultat der verschiedenen in den Anaphasen der riesigen mitotischen Figuren angetroffenen Abweichungen. Dass solche Teilkerne bei der nächsten Mitose gleichzeitig und gemeinsam mit den Hauptkernen in Mitose eintreten und in die gemeinsame mitotische Figur einbezogen werden, ist schon seit langem wohlbekannt (vgl. Siedleckis Untersuchungen an den gelappten Kernen der Leukocyten des Salamanders, sodann die Beobachtungen verschiedener Autoren über Mitosen bei Riesenzellen, van der Stricht, Kostanecki u. a., an Furchungszellen von Eiern, in denen die Nachkommen der Geschlechtskerne in mehreren Generationen noch getrennt blieben, Häcker, Rückert, Boveri, Rubaschkin und viele andere).

Später erst, ungefähr zehn Stunden vom Beginn des Experimentes, immerhin aber etwas früher als in der vorigen Versuchskategorie, fangen an, pluripolare Mitosen, die bis dahin (natürlich abgesehen von den pluripolaren Reifungsmitosen) nur ganz ausnahmsweise zu finden waren, aufzutreten.

Die Fig. 51 stellt einen Triaster mit sehr grosser Zahl von Chromosomen dar, einen ähnlichen Triaster sehen wir in einer Furchungszelle eines zweigeteilten Eies (der Kern der anderen ist nur angeschnitten).

Ob diese Triaster dadurch entstehen, dass von den beiden Zentriolen der letzten Mitose das eine sich simultan in drei teilt oder das eine sich in zwei teilt, während das andere ungeteilt in Aktion tritt, ist natürlich nicht zu entscheiden.

Neben Triastern sieht man häufig Tetraster, als ebene Tetraster oder meist in Tetraëderform. Während der Metakinese und der Anaphasen dieser pluripolaren Mitosen, mit kolossalen Mengen von Chromosomen, wiederholen sich dieselben Abweichungen, die ich soeben für die bipolaren Mitosen besprochen habe, das Zurückbleiben der Chromosomen während der Wanderung gegen die Pole, die Herausbildung von gesonderten, verschieden grossen Teilkernen, ungleichmässige Verteilung der Chromosomen auf die einzelnen Tochtersterne und infolgedessen auch unregelmässige Grösse der Hauptkerne. An diese einfacheren Triaster-

und Tetrasterfiguren schliessen sich dann Formen der pluripolaren Mitose mit grösserer Anzahl von Polen an.

Es wiederholen sich im ungeteilten Zelleib oder, falls von Anfang an sich eine Teilung in zwei Blastomeren erhalten hat, in denselben vollkommen die im vorigen Abschnitt bei der vorigen Versuchskategorie beschriebenen Bilder, so dass ich auf eine Illustrierung dieses Vorgangs verzichten zu können glaube und in dieser Beziehung auf die Fig. 24—32 des vorigen Abschnitts verweise. Auch hier sieht man, dass die in einem gemeinsamen Zellterritorium gelegenen Kerne gewöhnlich alle gleichzeitig in Mitose eintreten und das gleiche Tempo einhalten, auch hier sind zunächst Mitosen mit sehr grosser Zahl zu einer gemeinsamen Äquatorialplatte angesammelter Chromosomen zu sehen, um welche sich die Strahlungen gruppieren, sodann später solche, wo die Strahlungen regelmässig auf den ganzen Zelleib verteilt sind und die Chromosomen wie in Waben- oder Netzform zwischen denselben angeordnet sind, ähnlich wie in Fig. 30.

An diese Vorgänge fängt sich auch an die Teilung des Eizelleibes anzuschliessen, und zwar in diesen Versuchen etwas früher als in denen, wo die Eier die beiden Richtungskörper ausgestossen hatten, deswegen findet man in den späteren Stadien weniger Eier, die im ungeteilten Protoplasmaleibe eine grosse Quantität Kerne enthalten, häufiger dagegen Eier, die in Zellterritorien geteilt sind. Da diese Zerklüftung in einzelnen Zellterritorien zum Teil früher einsetzt, solange noch die Zahl der Pole der pluripolaren Mitosen nicht sehr zahlreich ist, so sieht man zunächst etwas grössere Zellterritorien mit grösseren Kernen (z. B. Fig. 53, 54), in einigen Zellterritorien können auch mehrere Kerne enthalten sein. Auch hier kann man sehen, dass die Grösse der Zellen der Grösse der Kerne proportional ist, so dass die Zellen die grössten sind, welche entweder mehrere Kerne (vgl. Fig. 57) oder besonders grosse Synkaryonten einschliessen.

In diesen abgegrenzten Zellterritorien findet man entweder bipolare Mitosen, anfangs noch mit sehr grosser Zahl von Chromosomen, häufiger jedoch pluripolare Mitosen (vgl. Fig. 54, 55, 56, 58) mit nicht übermässig grosser Zahl von Chromosomen, so dass auch hier offenbar die in den grossen Synkaryonten angehäuften Chromosomen auf eine grössere Anzahl Kerne verteilt werden. Auch Lefevre fand bei Thalassema mellita in den Blastomeren

pluripolare Mitosen oder bipolare „Riesenspindeln" mit grosser Zahl von Chromosomen. Wie die Fig. 55 und 57 lehrt, kann ein Teil des Eies viel schneller in kleine Zellen zerlegt werden, während der übrige, selbst grössere Teil ein einheitliches, grosses Territorium bildet. In solchen von kleineren Zellen umgebenen Zellfeldern ist häufig nur ein einziges riesiges Synkaryon enthalten, die Fig. 55 und 57 lehren uns, wie dasselbe durch die pluripolare Mitose auf selbständige kleinere, oft an Grösse ungleiche Kerne zerlegt wird, bis auch diese vielkernige grosse Zelle durch simultane Teilung in kleinere Zellen zerklüftet wird, Bilder, wie Fig. 60 dürften gerade aus solchen Eiern wie Fig. 55 und 57 entstanden sein. Bilder, wie die Fig. 56, illustrieren sehr gut die allmähliche Zerlegung des Eies in ungefähr gleiche Zellen: die meisten Zellen enthalten schon kleine Kerne, eine Zelle enthält noch ein grosses Synkaryon und die dreipolige mitotische Figur mit verhältnismässig geringer Zahl von Chromosomen zeigt die Art und Weise der Entstehung der kleineren, der Norm genäherten Kerne.

Schon früher in kleineren Zellen fand man zahlreiche bipolare Mitosen, später, als die Zerklüftung des Eizelleibes weiter vorgeschritten ist, findet man in allen Zellen nur vorwiegend bipolare Mitosen und zwar solche, die sich keineswegs durch ihren Chromosomenreichtum auszeichnen, vielmehr in dieser Beziehung den Mitosen in den Furchungszellen der befruchteten Eier sowie in den Zellen der im vorigen Abschnitt beobachteten Eier, die zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, entsprechen.

Ich habe mehrmals bei günstiger Schnittführung die Chromosomen der Äquatorialplatte zählen können und ihre Zahl betrug nur wenig über 20, bisweilen sogar darunter; dass hier Unterschiede in der Zahl sich finden würden, war von vornherein zu erwarten in Anbetracht dessen, dass hier durch die pluripolare Mitose eine nicht immer gleiche Verteilung der Chromosomen auf die einzelnen Pole herbeigeführt wird. Die ruhenden Kerne dieser Zellen, wie wir sie in Fig. 59 und 60 sehen, sind noch nicht alle von derselben Grösse, aber sie sind in demselben Maße, wie die Kerne der parthenogenetischen Larven, welche zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, der quantitativen Kernplasmarelation der normalen aus befruchteten Eiern hervor-

gegangenen Larven genähert, ein Vergleich der Fig. 35, 36, 37 mit den Fig. 59, 60 veranschaulicht die Ähnlichkeit des Endresultates, zu dem die parthenogenetische Entwicklung nach vorangegangener Ausstossung oder Zurückhaltung der beiden Richtungskörper führt.

B. Vorgänge in den Eiern, welche nur einen Richtungskörper ausgestossen haben.

Bezüglich der Behandlungsweise, durch welche man bei den Eiern von Mactra die Ausstossung des ersten, dagegen die Zurückhaltung des zweiten Richtungskörpers erreichen kann, sei auf die mehrfach erwähnte Publikation (1911) verwiesen.

Die Schnitte ergaben folgendes Resultat: Aus den nach der Ausstossung des ersten Richtungskörpers im Ei zurückgebliebenen Chromosomen bildet sich die zweite Richtungsspindel, dieselbe rückt nicht mehr über die Eioberfläche empor, sondern senkt sich tiefer herab und stellt sich entweder in tangentialer oder in radiärer Richtung im Verhältnis zu dem durch den ausgestossenen ersten Richtungskörper gekennzeichneten animalen Pol. Aus derselben bilden sich zwei Tochterkerne, das Ei ist diplo-thelykaryotisch; auf Schnitten bieten diese Eier ganz den Eindruck eines befruchteten Eies mit den beiden Geschlechtskernen dar: nur dass anstatt zweier nur ein Richtungskörper zu sehen ist und die Spermastrahlung fehlt; die Grösse jedes der beiden Kerne entspricht der Grösse des reifen Eikerns (vgl. Fig. 62). Ähnliche Bilder sah Lefevre auch bei Thalassema mellita, wo bisweilen der erste Richtungskörper ausgestossen, der zweite aber zurückgehalten wurde. Er vergleicht diese Bilder mit dem Vorgang bei der normalen physiologischen Parthenogenese bei einigen Tieren, wo der zurückgehaltene zweite Richtungskörper das Ei gewissermassen befruchtet.

Die beiden Kerne verschmelzen für gewöhnlich miteinander, aber mögen sie auch getrennt bleiben, in der Regel bildet sich eine zweipolige Spindel, welche bisweilen der Polstrahlung entbehrt; ähnlich wie in vorigen Versuchen findet man jedoch auch Monasterbilder. In den folgenden Stadien wiederholen sich in allen Grundzügen die Bilder, wie wir sie bei den Eiern, welche die beiden Richtungskörper ausgestossen haben, sowie bei den Eiern, in welchen die Ausstossung der beiden Richtungskörper hintan-

gehalten wurde, gesehen haben; zunächst also neben wiederholten Monasterbildern bipolare Mitosen, welche zur Bildung immer grösserer Synkaryonten führen; erst später treten analoge pluripolare Mitosen auf, schliesslich kommt es grösstenteils zur Abgrenzung von Zellterritorien mit kleineren Kernen (vgl. Fig. 63). Ich glaube, dass in Anbetracht der Analogien mit den vorhin beschriebenen Bildern eine genauere Schilderung nicht mehr erforderlich ist, wir können feststellen, dass hier auf ganz demselben Wege unter Überleitung durch ganz dieselben Zwischenstufen ungefähr dasselbe Endprodukt erreicht wird.

Bei der Beurteilung der in diesem Abschnitt beschriebenen Eier, solcher, bei denen beide oder ein Richtungskörper zurückgehalten wurde, sind ganz dieselben Einschränkungen mit Hinsicht auf abnorme Bilder, die dazwischen kommen, zu berücksichtigen, welche ich im ersten Abschnitt bei der Beschreibung der Entwicklung derjenigen Eier, welche die beiden Richtungskörper ausgestossen hatten, habe machen müssen und auf welche ich hier verweise. Nur ein gewisser und wiederum je nach den Versuchen verschiedener Prozentsatz liefert den normalen genäherte Larven und schon während der früheren Entwicklungsstadien kann man beurteilen, welche Eier von diesem der Herstellung normaler Verhältnisse zustrebenden Entwicklungsgang abweichen und sich von ihm immer mehr entfernen werden. Ähnlich wie bei Eiern, welche zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, konnte man auch bei solchen, in denen die Richtungskörper zurückgehalten wurden, feststellen, dass sie auf einer gewissen Stufe der Entwicklung (ungefähr 30 Stunden) angelangt, innehalten; wenn sie auch weiterhin noch bis zum dritten Tage lebten, und äusserst lebhafte Bewegungen zeigten, wobei die Cilien und der charakteristische Wimperschopf mächtiger wurden, so waren dies nur Zeichen weiter vorgeschrittener Differenzierung der äusseren Zellanlage (Ektoderm), mitotische Figuren fanden sich auf Schnittpräparaten nicht mehr und an den inneren (also gewissermassen Ento-Mesoderm-) Zellen sah man dieselben deutlichen Degenerationserscheinungen, wie ich sie im ersten Teil geschildert habe (vgl. auch Fig. 61).

Anhang zu Abschnitt I und II.

Ich habe sowohl für Eier, welche zwei Richtungskörper gebildet hatten, als auch für Eier, bei welchen die Ausstossung der Richtungskörper unterblieben ist, hervorgehoben, dass sich einige Eier in zwei Zellen teilen können und dass diese nicht zusammenfliessen, sondern die Teilungsfurche sich erhält; in einigen Serien tritt dies häufiger, in anderen seltener auf; viel seltener noch sah ich durch eine neuerliche Teilung vier Zellen entstehen.

In den beiden Teilhälften des Eies spielen sich dann Vorgänge ab, ganz wie wir sie vorhin für das ganze Ei beschrieben haben. Die sich aus den in jeder der beiden Furchungszellen abspielenden Mitosen herausbildenden Kerne können gesondert bleiben oder miteinander zu Synkaryonten verschmelzen, es bilden sich Monaster, bipolare Mitosen mit grosser Chromosomenzahl, dann pluripolare Mitosen, welche in allen ihren Phasen den vorhin beschriebenen Mitosen in dem ungefurchten Eizelleib entsprechen. Nur kann man sehen, dass ebenso, wie ich es vorhin für die abgegrenzten Zellterritorien hervorgehoben habe, die Mitosen in den beiden Zellen unabhängig ablaufen, so dass z. B. in der einen Zelle lauter ruhende Kerne enthalten sind, während sie in der anderen in Mitose begriffen sind, aber wiederum kann man beobachten, dass sämtliche Kerne der einen oder anderen Zelle gewöhnlich gleichzeitig in Mitose eintreten und auf dem gleichen mitotischen Entwicklungsstadium sich befinden.

Beide Teilhälften des Eies machen also ihre Entwicklung gewissermassen selbständig durch und wenn dann die Abgrenzung der einzelnen Zellterritorien beginnt, so ordnen sich die aus jeder Teilhälfte hervorgehenden Zellen auch bis zu einem gewissen Grade in jeder Teilhälfte besonders an; man erhält den Eindruck von miteinander verbundenen Zwillingsgebilden und selbst in späteren Phasen kann man aus der Anordnung der Zellen und der Stellung ihrer Kerne auf das zweizellige Ausgangsprodukt schliessen.

Dieselben Bilder erhält man ceteris paribus bei den seltener anzutreffenden Eiern, welche sich in vier Zellen geteilt haben.

Wenn man nun das lebende Material beobachtet, so ist es interessant, diese zweizelligen und die seltener auftretenden vierzelligen Gebilde zu beobachten: man gewahrt in den späteren

Stadien, wo die Flimmerhaare sich bilden, neben den einheitlichen aus ungeteilten Eiern stammenden Larven auch bewimperte, in lebhafter Bewegung begriffene Gebilde, welche die Gestalt von zwei oder auch vier kleineren aneinander liegenden Kugeln haben, natürlich ist in diesen Fällen nur die freie Fläche der Kugeln bewimpert. Bei fortlaufender Beobachtung derartiger Gebilde unter dem Mikroskop konnte man die Tatsache wahrnehmen, dass bisweilen bei den lebhaften Bewegungen dieser Gebilde das Verhältnis der zwei oder vier Kugeln sich lockerte, denn während anfangs die beiden oder vier Kugeln mit breiten abgeplatteten Flächen aneinander lagen und bezüglich des Gefüges an die Lage der zwei oder vier Blastomeren des normalen befruchteten Eies erinnerten, entfernten sich bisweilen die Zellen allmählich derart, dass sie nur auf einer schmalen Strecke einander berührten und auf diese Weise, wo nur zwei Zellen waren, eine Achterfigur bildeten, oder bei vier Zellen unregelmässige Anordnung aufwiesen. Die die Eier umgebende Membran senkt sich, so lange sie noch erhalten ist, in die Vertiefungen zwischen den Zellen ein, sie wird dann aber immer schwächer und nach Ausbildung der Wimperhaare kann man sie nur andeutungsweise, dann überhaupt nicht mehr wahrnehmen.[1])

Man kann nun direkt unter dem Mikroskop verfolgen, wie sich nach Schwund der Membran infolge der lebhaften Bewegungen die einander berührenden Furchungszellen von einander loslösen, trennen und jede nun als selbständiges bewimpertes Gebilde sich bewegt.

Die aus der Teilung des Eies hervorgegangenen Furchungszellen sind, wie ich schon früher öfters betonte, entweder, wie bei befruchteten Eiern, von ungleicher Grösse, oder aber gleich gross, deswegen haben auch diese kleinen bewimperten Gebilde die Hälfte oder ungefähr $^1/_3$ resp. $^2/_3$ der gewöhnlichen Grösse. Da man aber in den Kulturen öfters noch viel kleinere bewimperte Gebilde frei herumschwimmen sieht, so ist gewiss der Schluss

[1]) Bei der Entwicklung normaler aus befruchteten Eiern stammender Larven ist die Membran zur Zeit, wo die Wimperhaare deutlich auftreten, nicht mehr zu sehen, dies ist nach ungefähr 7—10 Stunden der Fall; bei den parthenogenetischen Larven beginnen die Bewegungen, also die Ausbildung der Wimperhaare, erst nach 20 Stunden, es ist aber möglich, dass die Membran schon vorher zarter wird.

berechtigt, dass diese Lockerung des Zellgefüges und diese Trennung infolge des Schwindens der Membran und der lebhaften Bewegungen auch bei den in den Anfangsstadien in vier Blastomeren geteilten Eiern eingetreten sein musste.

Ja, in späteren Stadien konnte man wahrnehmen, dass diese kleineren Gebilde (also aller Wahrscheinlichkeit nach Halb- oder Viertel-Embryonen parthenogenetischer Herkunft), die anfangs kugeliger Gestalt waren, darauf dieselben Gestaltänderungen zeigten, wie wir sie bei den aus ganzen Eiern hervorgegangenen Gebilden sahen, und auch bezüglich der Anordnung der Wimperhaare waren ganz analoge Verhältnisse, ja sie wiesen sogar an dem abgeplatteten Pol einen mächtigen Haarschopf auf, so dass man in jeglicher Beziehung den aus ganzen Eiern hervorgegangenen analoge Bilder, nur im verkleinerten Maßstab, vor sich hatte. Die Entwicklung der kleinen Larven aus den selbständig isolierten zwei, eventuell vier anfänglichen Blastomeren des parthenogenetischen Eies stellt sich den bei anderen Tieren durch künstliche Isolierung der ersten Blastomeren des befruchteten Eies gewonnenen Halb- und Viertel-Embryonen (Driesch, Boveri u. a.) an die Seite.

Diese kleinen Gebilde findet man natürlich auf Schnitten der späteren Stadien wieder. Was die Verhältnisse im Inneren derselben betrifft, finden wir hier alle Bilder wieder, die wir in ungeteilten Eiern gesehen haben, also bipolare Mitosen mit grosser Chromosomenzahl, grosse Synkaryonten, mehrere Kerne, pluripolare Mitosen, solche sowohl, wo um eine Äquatorialplatte mit grosser Menge von Chromosomen sich verhältnismässig wenig Strahlungen gruppieren, als auch solche, wo eine grosse Zahl von Strahlungen regelmässig im Zelleibe verteilt ist und zwischen ihnen die Chromosomen regelmässig angeordnet sind, schliesslich auch Zerklüftung des Zelleibes in kleine Zellen.

Da sich hier, nur in kleinerem Maßstab, die vorhin für ganze Eier geschilderten Verhältnisse wiederholen, so gebe ich keine Abbildungen der einzelnen Phasen, ich begnüge mich mit dem Hinweis auf Fig. 38, welche in einer solchen selbständig gewordenen Blastomere eines Eies, das vorhin zwei Richtungskörper ausgestossen hatte, eine pluripolare Mitose im Tochtersternstadium darstellt.

Allgemeiner Teil.

Wir haben gesehen, dass die Eier von Mactra, zur parthenogenetischen Entwicklung angeregt, entweder nach Ausstossung der beiden, oder nach Ausstossung nur eines Richtungskörpers oder ohne überhaupt die Richtungskörper ausgestossen zu haben, in die Entwicklung eintreten. Die festgestellte Tatsache, dass im ersten Falle aus dem einfachen Eikern, im zweiten aus den beiden Eikernen (Diplothelykaryon), im dritten aus den vier Eikernen (Tetrathelykaryon) sich in jedem Falle eine zweipolige Furchungsspindel entwickelt, liesse die Erwartung gerechtfertigt erscheinen, dass, falls sofort eine regelrechte Furchung einträte, die embryonalen Zellen der parthegonetischen Larven, im Vergleich zu den aus befruchteten Eiern stammenden, im ersten Falle die Hälfte der Chromosomenzahl, im zweiten die Normalzahl, im dritten die doppelte Zahl enthalten würden, also hemi-, holo- resp. diplokaryotisch wären.

Vielleicht gelingt es, eine Methode auszuarbeiten, welche es uns ermöglicht, bei Mactra die Ausstossung oder Zurückhaltung der Richtungskörper willkürlich zu regulieren und trotzdem darauf eine regelrechte Furchung zu erhalten, was diese interessanten Kernverhältnisse liefern würde.

In unseren Versuchen war jedoch die Hauptbedingung für das Zustandekommen solcher Entwicklungsprodukte ausgeblieben, nämlich die an die Herausbildung der ersten Furchungsspindel sich anschliessende regelrechte Furchung. Die Entwicklung verlief in allen drei Versuchskategorien zunächst unter Kernteilung ohne Zellteilung, es trat erst später eine simultane Teilung des Eies in kleinere Zellen ein und überraschenderweise war das Endprodukt der parthenogenetischen Entwicklung, mögen die Eier beide, nur einen oder keinen Richtungskörper ausgestossen haben, annähernd das gleiche.

Auf den Zwischenstadien, welche zu diesem Endprodukt führten, haben wir aber gerade infolge des Ausbleibens der Furchung interessante, unerwartete Vorgänge kennen gelernt.

Wie ich schon anfangs hervorgehoben habe, habe ich in Anbetracht des Ausbleibens der Furchung und in Anbetracht der Tatsache, dass in späteren Stadien im einheitlichen Zelleibe multipolare Mitosen und als ihr Resultat eine grosse Menge Kerne sich finden, erwartet, auf den Zwischenstadien in

dem einheitlichen Protoplasmaleib der Eier eine von Stadium zu Stadium immer grössere Zahl von Kernen und pluripolare Mitosen mit anwachsender Zahl von Teilungszentren zu finden.

Diese Erwartung fand sich indessen nicht verwirklicht, wir sahen vielmehr, dass in allen drei Versuchsreihen in dem mono-, diplo- und tetra-thelykaryotischen Ei sich zunächst Vorgänge abspielten, welche nicht zur Entstehung einer grösseren Anzahl von Kernen, sondern zur Bildung immer chromosomenreicherer, mehrwertiger Synkaryonten führten.

Diese grossen Riesenkerne, welche in späteren Stadien ganz enorme Dimensionen aufweisen, entstanden zum Teil durch die Bildung von Monastern, welche sich mehrfach wiederholten. In den Eiern, welche die beiden Richtungskörper ausgestossen hatten, konnte man die sich aus dem Eikern herausbildenden Monaster als eine Art Regulation, durch welche die „Normalzahl" der Chromosomen hergestellt wurde, betrachten, eine Wiederholung der Monasterbildung war schon da ein Vorgang, der „Übernormalkernigkeit" herbeiführte, ebenso liefert die Monasterbildung bei Eiern, die einen Richtungskörper ausgestossen haben, übernormalkernige Verhältnisse, bei den Eiern vollends, in denen die beiden Richtungskörper zurückgehalten wurden und die Eizelle somit vier Kerne enthält, führt die Monasterbildung zur Umwandlung der tetra-thely-karyotischen Synkaryonten in oktothelykaryotische, die Wiederholung der Monasterbilder liefert sogar noch mehrwertige Kerne.

Einen anderen Modus der Entstehung der Synkaryonten, der eventuell einer vorangegangenen Monasterbildung folgen konnte, sahen wir dadurch gegeben, dass die aus der Mitose hervorgehenden Kerne wieder miteinander verschmolzen und dass sie darauf wieder nicht eine pluripolare, sondern eine bipolare mitotische Figur mit grösserer Zahl von Chromosomen lieferten und dass dieser Vorgang mit stets anwachsender Anzahl von Chromosomen sich mehrmals wiederholen konnte. Wenn man grosse Kerne in vorgeschrittenen Entwicklungsstadien findet, so ist es natürlich nicht möglich, für jeden einzelnen Kern seine Genealogie festzustellen; denn diese können sowohl durch öfter wiederholte Monasterbildung als auch durch bipolare Mitose mit grosser Chromosomenzahl und nachträgliche Verschmelzung der Tochterkerne entstanden sein; da in den später fixierten Stadien

die Monasterbilder immer seltener werden, so muss man annehmen, dass die durch einmalige oder zwei- oder mehrmalige Monasterbildung mächtig angewachsenen Kerne später in bipolare Mitose übergehen, so dass ein grosses Synkaryon gewiss auch durch wiederholte Monasterbildung und dann nachfolgende bipolare Mitose unter nachträglicher Verschmelzung der Tochterkerne entstehen kann. Den von einigen Autoren für gelappte Kerne oder Riesenkerne angenommenen Bildungsmodus, dass die in Gang gesetzte Mitose nicht zum normalen Abschluss gelangt, sondern nachdem eine Verdoppelung der Chromosomenzahl stattgefunden hat, rückgängig wird (z. B. van der Stricht, M. Heidenhain, Maccabruni, auch R. Hertwig) und so zur Bildung immer grösserer Synkaryonten führt, habe ich in diesen Versuchen nicht gesehen, dagegen oft Bilder, welche keinen Zweifel darüber lassen, dass die aus der Mitose hervorgegangenen fertigen Tochterkerne verschmelzen können. Die in diesen Stadien häufig zu findenden Monaster, die Existenz von zweikernigen Zellen, der Mangel von multipolaren Mitosen, dagegen die Häufigkeit der bipolaren lassen sogar die Vermutung nicht unwahrscheinlich erscheinen, dass ein Teil der zweipoligen Spindeln darauf zurückzuführen ist, dass vielleicht in einer zweikernigen Zelle aus jedem Kern sich ein Monaster entwickelt hat und dass die beiden zunächst selbständigen Monaster die Chromosomen zwischen sich fassten und so das Bild einer zweipoligen Spindel lieferten. Diesen Bildungsmodus von zweipoligen Spindeln erachtet Boveri, auf Grund der Befunde Teichmanns in den Versuchen an Echinodermeneiern, als völlig wahrscheinlich.

Die Bildung von Monastern, die Bildung von bipolaren, anstatt, wie man erwarten sollte, pluripolaren mitotischen Figuren aus mehreren Kernen oder mehrwertigen Synkaryonten, alles dies weist darauf hin, dass in den Eiern die Vermehrungsfähigkeit der Teilungszentren für eine Zeitlang eine Störung erfahren hat, da man ja sonst bei jeder im ungeteilten Zelleib neu auftretenden Mitose stets die doppelte Zahl von Polen finden müsste Eine Unmenge von Beobachtungen bestätigt ja den Satz Boveris: „auch die Verschmelzung von nur zwei typischen Zellen“ — und wir können wohl auch hinzufügen, die unterbliebene Sonderung von zwei Tochterzellen — „muss zu simultaner Mehrteilung führen. Denn da sich jedes Zentrosoma bei der Vorbereitung zur Teilung

verdoppelt, müssen in diesen Fällen vier Pole auftreten." Hier aber treten mehrmals nacheinander mono- oder dizentrische mitotische Figuren auf.

Die von vielen Autoren beobachteten Monaster (M. Boveri, Th. Boveri, Wilson, Teichmann, Herbst, Baltzer), die bei dispermen Eiern beobachteten Triaster oder selbst Diaster (Boveri, Baltzer), die „giant bipolar figures bearing an enormous number of chromosemes" (Lefevre bei Thalassema mellita), die aus Synkaryonten hervorgehenden bipolaren Mitosen bei den Versuchen an Pflanzenzellen (Strasburger, Němec u. a.), alles das beweist gleichfalls, dass die Zelle so beeinflusst werden kann, dass die Teilung der Zentriolen hintangehalten wird.

Wenn wir den von Boveri aufgestellten, allgemein anerkannten und unter normalen und selbst anormalen Bedingungen (Polyspermie, Verschmelzung von Zellen, Unterdrückung der Teilung) sich auf Schritt und Tritt bestätigenden Satz: „nicht der Kern bestimmt die Zahl der Teilungspole, sondern die Zahl bestimmt sich ausschliesslich aus der Zahl der vorher vorhandenen Cytozentren und den ihnen innewohnenden Vermehrungsgesetzen" auf die in unseren Versuchen angetroffenen Bilder anzuwenden suchen, so werden wir zu der Annahme gezwungen, dass eben die den Cytozentren innewohnenden Vermehrungsgesetze unter gewissen Bedingungen offenbar ausser Kraft treten, eine Störung erleiden, und dass diese Störung eine Zeitlang andauern kann; was die passive Rolle des Kerns betrifft („der Kern teilt sich nicht, sondern er wird geteilt"), diese wird durch die von uns beobachteten Vorgänge nur um so mehr bestätigt.

Die Umwandlung der Plasmamasse in organisierte Kernsubstanz verläuft in den parthenogenetischen Eiern von Mactra in den Anfangsstadien, wie wir sahen, ganz unabhängig von der Plasmateilung,[1]) während in der normalen embryonalen Ent-

[1]) Dass die Entwicklung, also Umwandlung der Protoplasmamasse in organisierte Kernsubstanz, bei künstlicher Parthenogenese stets bedeutend langsamer vor sich geht, als bei der normalen Entwicklung befruchteter Eier, dass der Verlauf der einzelnen Mitosen und ihre einzelnen Phasen (speziell der Monaster), ebenso die Pausen zwischen zwei Mitosen viel länger dauern, wurde von verschiedenen Autoren und ebenso von mir wiederholt hervorgehoben; dieses langsame Tempo betrifft, wie ich feststellen möchte, namentlich die Anfangsstadien, als ob die Eier einen Trägheitszustand überwinden müssten.

wicklung die Plasmateilung die Kernteilung, also die Kernsubstanzproduktion regelmässig begleitet, sie geht sogar, wie wir feststellen mussten, ohne regelmässige Teilung der Cytozentren vor sich.

Mit der Störung dieser Funktion der Zelle, nämlich der Teilungsfähigkeit der Cytozentren, geht eine zweite Erscheinung, welche in die Entwicklung der parthenogenetischen Eier von Mactra störend eingreift und ihr ein abnormes Gepräge verleiht, Hand in Hand, nämlich das Ausbleiben der Teilung des Protoplasmaleibes der Eizelle, sie steht jedoch mit ihr, wie die Bilder pluripolarer Mitosen im einheitlichen Protoplasmaleib beweisen, nicht in unbedingtem also kausalem Zusammenhang.

Nach der Periode der Monaster, der bipolaren Mitosen und der grossen Synkaryonten beginnt dann erst in allen drei Versuchskategorien die Herausbildung kleinerer Kerne in grösserer Zahl, und die mitotischen Bilder, welche man zu der Zeit sieht, lassen keinen Zweifel darüber übrig, dass dies durch pluripolare Mitosen, und zwar durch öfters sich wiederholende pluripolare Mitosen, geschieht. Diese pluripolaren Mitosen stellen offenbar einen Regulationsvorgang dar, durch welchen nach der zu weit vorgeschrittenen Synkaryose die in den Synkaryonten angehäuften Chromosomen auf eine grössere Anzahl von Polen und demgemäss auf eine grössere Anzahl von Kernen in allmählich geringerer Quantität mehr oder weniger gleichmässig verteilt werden.

Ich habe schon betont, dass in den Anfangsstadien die Hemmung der Vermehrungsfähigkeit der Teilungszentren Hand in Hand ging mit dem Ausbleiben der Teilung des Zelleibes, ohne dass man jedoch einen unbedingten ursächlichen Zusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen statuieren könnte; mit dem Auftreten der pluripolaren Mitosen und mit der Ausbildung einer grösseren Zahl von Kernen, welche ihre Selbständigkeit bewahren, tritt auch früher oder später die Zerschnürung des bis dahin gewöhnlich einheitlichen Protoplasmaleibes der Eizelle ein, der Protoplasmaleib gewinnt erst allmählich die Fähigkeit und die Energie wieder, auf die infolge der Kernplasmaspannung eintretende Kernteilung durch Teilung zu antworten, ein Regulationsprozess, der gleichfalls der Herstellung normaler Verhältnisse zustrebt.

Wir haben gesehen, dass insofern anfangs neben kleinen einkernigen grössere Zellterritorien abgeschnürt werden, welche mehrere Kerne oder grössere Synkaryonten enthalten, hier wiederum die pluripolare Mitose als regulierender Faktor einsetzt, die Verteilung der Überzahl der Chromosomen auf eine grössere Anzahl kleinerer Kerne in ungefähr gleichmässiger Weise ermöglicht und die Herausdifferenzierung einer grösseren Anzahl an Chromosomen ärmerer und an Volumen kleinerer Kerne durchführt.

An diesen hier in kleinerem Maßstab auftretenden Regulationsprozess schliesst sich der ihn begleitende Regulationsprozess der Zerlegung der grösseren Zellterritorien in kleinere an, was schliesslich zur Herausbildung kleinerer, wie die Bilder der bipolaren Mitosen lehren, normalkerniger Zellen führt, welche fortan ganz regulär durch Zweiteilung sich vermehren, so dass sowohl bei Eiern, welche die beiden oder nur einen Richtungskörper ausgestossen haben als auch bei solchen, bei welchen die Ausstossung der Richtungskörper ausgeblieben ist, eine der in normalen amphikaryotischen Larven ungefähr entsprechende quantitative Kernplasmarelation schliesslich erreicht wird.

Wenn man die pluripolaren Mitosen, namentlich diejenigen mit grosser Zahl von Strahlungen, wie sie in etwas späteren Stadien zu finden sind, genauer betrachtet, so sieht man, dass sowohl im Mutterstern- als auch im Tochtersternstadium die Zahl der den einzelnen Polen zukommenden Chromosomen im Vergleich zu den früheren Mitosen eine viel geringere ist.

Wenn man aber bedenkt, dass bei jeder Mitose, also natürlich auch bei der pluripolaren, die Chromosomenzahl verdoppelt wird — in den Muttersternen derartiger Mitosen habe ich die Spaltung der Chromosomen direkt beobachten können, ein solches Bild ist in Fig. 21 meiner früheren Arbeit (1908) abgebildet — so ist es offenbar, dass eine Zerlegung der Synkaryonten in Kerne mit geringerer Chromosomenzahl nicht möglich wäre, falls das oder auch die beiden von der letzten bipolaren Mitose stammenden Zentriolen eines Synkaryons, welche den vorhin mehrfach sich wiederholenden Monasterbildungen oder bipolaren Mitosen mit nachträglicher Verschmelzung der jedesmaligen Teilhälften, ihre Entstehung verdanken, sich bei eintretender Mitose in zwei Zentriolen und diese wieder bei jeder folgenden Mitose sukzessive in zwei weitere Nachkommen teilen würden, wenn also gewisser-

massen bloss die Teilungsfähigkeit des Zentriols in zwei Nachkommen restituiert wäre; denn es würde auf diese Weise die Zweiteilung der Zentriols mit der bei jedesmaliger Mitose sich wiederholenden Zweispaltung der Chromosomen parallel verlaufen, so dass in die Nachkommen der Kerne die bei der letzten bipolaren Mitose des Synkaryons vertretene Chromosomenzahl übergehen müsste.

Eine blosse Restitution der Teilungsfähigkeit des Cytozentrums bedeutet z. B. der Vorgang, wenn aus einem durch einmalige oder wiederholte Monasterbildung entstandenen grossen Kern sodann eine zweipolige Spindel sich bildet.

In Anbetracht der Bilder der pluripolaren Mitosen (sowohl in ungeteilten Eiern als auch später in Blastomeren), in denen wir eine grosse Zahl von Strahlungen sehen, den einzelnen Polen aber eine verhältnismässig geringere, später sogar viel geringere Anzahl von Chromosomen, als früher, zugeteilt finden, sind wir vielmehr zu einem weitergehenden Schlusse berechtigt:

So wie wir für die Anfangsstadien in Anbetracht der Monasterbilder, der immer chromatinreicheren bipolaren Mitosen und immer grösseren Synkaryonten, eine länger dauernde Herabsetzung, Hemmung, Unterdrückung der Teilungsfähigkeit der Zentriolen annehmen mussten, — so müssen wir hier von einem bestimmten Entwicklungsstadium an, das Gegenteil, nämlich eine vermehrte, gesteigerte Vermehrungsfähigkeit der Teilungszentren annehmen, oder allgemeiner gefasst, das Auftreten einer vermehrten Anzahl von Teilungszentren, falls wir der Ansicht Rechnung tragen, dass die Cytozentren nicht nur durch Teilung eines präexistierenden Zentriols entstehen können. Nur durch diese Annahme können wir die unzweifelhaft sich dokumentierende „Reduktion" der Chromosomenzahl in den kleinen Kernen und den aus ihnen sich herausbildenden bipolaren Mitosen der späteren Stadien im Verhältnis zu den an Chromosomen überreichen Synkaryonten und ihren Mitosen in den Anfangsstadien verstehen.

Nur die Annahme eines simultanen Auftretens einer grösseren Zahl von Cytozentren kann uns auch die Tatsache erklären, dass in verschiedenen Stadien der Entwicklung der parthenogenetischen Larven, im ungeteilten Ei oder auch in späteren Stadien in kleineren Blastomeren sich häufig Bilder von Mitosen mit unpaarer Polzahl in grosser Zahl treffen, während die fortgesetzte

Zweiteilung des Zentriols stets nur paarige pluripolare Mitosen liefern könnte.[1])

Dieses Auftreten einer grösseren Zahl von Cytozentren, dieses Auffachen der Fähigkeit der Zelle, durch welche dasjenige, was infolge der Hemmung der Teilung des Cytozentrums in den Anfangsstadien verschuldet wurde, allmählich wieder ausgeglichen wird, lässt sich vielleicht durch eine vermehrte simultane Teilung der existierenden Zentriolen erklären; eine Eigenschaft der Teilungszentren, die eine Zeitlang latent war, würde hier wieder, aber in erhöhtem Maße lebendig werden; oder aber man müsste annehmen, dass eine grössere Zahl von Cytozentren auch unabhängig von den präexistierenden entstehen können, dass sie jedoch in jeglicher Beziehung mit ihnen gleichbedeutend wären, ihnen sowohl morphologisch als auch physiologisch entsprächen.

Wenn wir die Beobachtungen an den Eiern, welche zunächst zwei Richtungskörper ausgestossen hatten, mit der Entwicklung derjenigen Eier, in welchen die beiden Richtungskörper zurückgehalten wurden, vergleichen, so kann man feststellen, worauf ich im Abschnitt II auch aufmerksam gemacht habe, dass in den Eiern, welche keine Richtungskörper ausgestossen haben, die pluripolaren Mitosen, die gesonderten Kerne und auch die gesonderten Zellterritorien früher zu sehen sind, dass also die bis dahin bestehende Hemmung der Teilungsfähigkeit der Cytozentren hier etwas früher überwunden wird.

Dies lässt eine Vermutung zu; vielleicht ist zur Erklärung dieses Befundes die Tatsache nicht ohne Bedeutung, dass, während bei der Ausstossung der Richtungskörper mit jedem Richtungskörper auch die jedenfalls wohl spezifische Substanz des Cytozentrums (Zentriols) aus der Eizelle ausgeschieden wird, sie hier in dem Eiprotoplasma verblieben ist und, wenn sie auch eine Zeitlang latent und ausser Tätigkeit ist, doch eine frühere Aktivierung der Cytozentren ermöglicht. Vielleicht dürfte hier an die gelegent-

[1]) Natürlich können unter anderen Umständen auch auf andere Weise unpaare pluripolare Mitosen entstehen; dass bei dem Vorhandensein von zwei Cytozentren durch Unterdrückung der Teilung des einen und gleichzeitige typische Zweiteilung des zweiten eine dreipolige Figur entstehen kann, habe ich schon oben besprochen, Baltzer hebt hervor, dass eine zweipolige mitotische Figur durch Frühteilung eines der beiden Strahlenzentren zu einer dreipoligen werden kann, in der dann eine Tochtersphäre und zwei Enkelsphären gleichgeordnet teilnehmen.

lich geäusserte Auffassung Boveris erinnert werden: „Warum sollte da nicht auch im Protoplasma mancher Zellen ein ‚Zentridium' existieren, aus dem unter Umständen Zentrosomen entstehen mit allen Qualitäten derjenigen, die sich sonst als individualisierte Gebilde von der Mutterzelle auf die Tochterzellen forterben?"

Wenn wir demnach die erste (ungefähr zehn bis zwölf Stunden andauernde) Phase der Entwicklung mit der Herausbildung immer grösseren Synkaryonten und dann die zweite Phase mit der Ausbildung einer grösseren Anzahl kleinerer Kerne und sodann Herausdifferenzierung kleinerer Zellen ins Auge fassen, so sehen wir, dass diese beiden nach entgegengesetzter Richtung verlaufenden Prozesse der ganzen Entwicklung ein charakteristisches Gepräge verleihen und dass sie auf ein in den Anfangs- und in den späteren Stadien in umgekehrter Richtung sich dokumentierendes ungewöhnliches Verhalten der Teilungszentren schliessen lassen. Was dagegen die Vorgänge an den Chromosomen sowohl in den Anfangsstadien, wo ihre Zahl in den Synkaryonten von Mitose zu Mitose vermehrt wird, als auch während der Regulationsvorgänge, durch welche sie auf eine grössere Zahl von Kernen verteilt werden, betrifft, so spielen sie sich streng im Rahmen des Grundgesetzes der Zahlenkonstanz der Chromosomen ab und stehen mit ihm in vollstem Einklang, die angetroffenen Bilder berechtigen uns wenigstens nicht, eine Abweichung in dieser Beziehung zu statuieren oder auch nur anzunehmen.

Bei der Beurteilung der Kernverhältnisse parthenogenetischer Larven, bei denen gewiss bezüglich der Chromosomenzahl und der Grösse der Kerne während der Entwicklung und beim Endprodukt bei der Anwendung verschiedener Methoden manche unerwartete Resultate sich ergeben können, ist meines Erachtens nicht nur das Endergebnis bezüglich der Kerngrösse und der Chromosomenzahl von Interesse, sondern es muss auch der Weg, der dazu führt, genauer klargestellt werden.

Die Zweiteilung der Cytozentren und die Vorbereitung zur Spaltung der Chromosomen in zwei Tochterhälften sind zwei Prozesse, welche bei der gewöhnlichen Mitose einander begleiten, sie sind jedoch von einander unabhängig (Boveri), bei der pluripolaren Mitose tritt diese Unabhängigkeit noch viel deutlicher zutage. Die aus der pluripolaren Mitose sich ableitenden

Tochterkerne können gewisse Grössenunterschiede aufweisen, was damit im Zusammenhang steht, dass die Tochterchromosomen bei der pluripolaren Mitose mehr zufällig zwischen die Sphären eingeordnet und den einzelnen Polen zugeteilt werden, denn sie sind nicht für bestimmte Zentren prädestiniert (Boveri). Dadurch, dass bisweilen eine Teilung des Protoplasmaleibes in unseren Versuchen früher auftrat und in diesen Blastomeren mit grossen (aber im Vergleich zu den Anfangsstadien doch schon kleineren) Synkaryonten wiederum pluripolare Mitosen sich abspielten und darauf ebenso noch weiterhin in kleineren Blastomeren, wird natürlich dem Zufall ein immer geringerer Spielraum gegeben.

Erwähnen möchte ich noch, dass ich, vereinzelt in früheren, häufiger in späteren Stadien Spireme grösserer Synkaryonten sowie Muttersternfiguren bipolarer und pluripolarer Mitosen (vgl. z. B. Fig. 28) gesehen habe, welche im Vergleich zu anderen Mitosen in befruchteten sowie parthenogenetischen Eiern ganz bedeutend grössere Chromosomen aufwiesen. Diese grossen Chromosomen in den Mitosen der Synkaryonten lassen sich nur durch die von Strasburger und Godlewski für ähnliche Bilder aufgestellte Annahme erklären, dass in einigen Synkaryonten eine Verschmelzung der Chromosomen stattfindet; dass also in gewissen Fällen eine Anzahl von Chromosomen miteinander verbunden auftreten können, so dass diese Chromosomen als mehrwertige, aber in geringerer Anzahl erscheinende Einheiten aufgefasst werden müssen.

Derartige mitotische Figuren mit mehrwertigen Chromosomen habe ich nicht nur bei den nach vorhergegangener oder unterbliebener Ausstossung der Richtungskörper parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern beobachtet, ich sah sie auch, wie ich vorwegnehmen möchte, bei befruchteten Eiern, die künstlich (durch KCl-Lösung) beeinflusst waren, und selbst ab und zu bei normal befruchteten Eiern; — ich möchte hier deshalb nur auf ihr Vorkommen hingewiesen haben, wogegen ich eine genauere Besprechung der Mitosen der Synkaryonten auf Grund eines grösseren Untersuchungsmaterials unter Berücksichtigung der wichtigen Ergebnisse der Arbeiten von Němec, Strasburger, Gerassimow auf botanischem Gebiet, analoger Befunde verschiedener Autoren beim Regenerationsprozess (Godlewski)

sowie in malignen Geschwülsten besonders zu geben beabsichtige. Die zur künstlichen parthenogenetischen Entwicklung angeregten als auch die befruchteten künstlich beeinflussten Eier von Mactra bieten eine Fülle von mehr oder weniger von der Norm abweichenden mitotischen Bildern, bilden eine wahre Fundgrube abnormer bipolarer und vor allem multipolarer Mitosen.

Literaturverzeichnis.

Ausser der Literatur, welche in meiner Arbeit vom Jahre 1904 angeführt ist, vergleiche:

Baltzer, F.: Über mehrpolige Mitosen bei Seeigeleiern. Verh. d. med.-phys. Ges., Würzburg, N. F., Bd. XXXIX, 1908.

Derselbe: Die Chromosomen von Strongylocentrotus lividus und Echinus microtuberculatus. Arch. f. Zellforsch., Bd. II, 1909.

Derselbe: Über die Beziehung zwischen dem Chromatin in der Entwicklung und Vererbungsrichtung bei Echinodermbastarden. Arch. f. Zellforsch., Bd. V, 1910.

Bataillon, E.: L'imprégnation hétérogène sans amphimixie nucléaire chez les amphibiens et les échinodermes. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XXVIII, 1909.

Derselbe: Le problème de fécondation circonscrit par imprégnation sans amphimixie et la parthénogénèse traumatique. Arch. de zool. Experim., XLVI, 1910.

Bonnevie, K.: Über die Rolle der Zentralspindel während der indirekten Zellteilung. Arch. f. Zellforsch., Bd. V, 1910.

Boveri, M.: Über Mitosen bei einseitiger Chromosomenbindung. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXXVII, 1903.

Boveri, Th.: Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Verh. med. phys. Ges., Würzburg, Bd. XXXV, 1902.

Derselbe: Über das Verhalten des Protoplasmas bei monozentrischen Mitosen. Sitzungsberichte d. phys.-med. Ges., Würzburg, Jahrg. 1903.

Derselbe: Zellenstudien V. Über die Abhängigkeit der Kerngrösse und Zellenzahl der Seeigellarven von der Chromosomenzahl der Ausgangszelle. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 37, 1905.

Derselbe: Zellenstudien VI. Die Entwicklung dispermer Seeigeleier. Ein Beitrag zur Befruchtungslehre und zur Theorie des Kerns. Jena 1907.

Brachet, A.: La polyspermie expérimentale comme moyen d'analyse de la fécondation. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XXX, 1910.

Dehorne: Le nombre des chromosomes chez les Batrecieus et chez les larves parthénogénétiques de grenouille. Comp. rendus de l'Académie des Sciences 150.

Delage, Yves: Études Expérimentales sur la Maturation cytoplasmique et sur la parthénogénèse artificielle chez les Echinodermes. Arch. Zool. Experim., 3 Ser., Vol. 9, 1901.

Derselbe: Nouvelles Recherches sur la Parthénogénèse Expérimentale chez Asterias glacialis. Arch. Zool. Experim., 3 Ser., Vol. 10, 1902.

Derselbe: La Parthénogénèse par l'Acide Carbonique obtenue chez les oeufs après l'émission des Globules Polaires. Arch. Zool. Experim., 4 Ser., Vol. 2, 1904.

Derselbe: Elevage des larves parthénogénétiques d'Asterias glacialis. Arch. Zool. Experim., (4) IV, 1, 1904.

Derselbe: Les vrais facteurs de la parthénogénèse expérimentale. Elevage des larves parthénogénétiques jusqu'à la forme parfaite. Arch. Zool. Experim., 4 Ser., Vol. 7, 1908.

Driesch, H.: Zur Cytologie parthenogenetischer Larven von Strongylocentrotus. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XIX, 1905.

Erdmann, Rh.: Experimentelle Untersuchung der Massenverhältnisse von Plasma, Kern und Chromosomen in dem sich entwickelnden Seeigelei. Arch. f. Zellforsch., Bd. II, 1909.

Dieselbe: Kern- und Plasmawachstum in ihren Beziehungen zueinander. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. XVIII, 1908.

Fick, R.: Vererbungsfragen. Reduktions- und Chromosomenhypothesen, Bastardregeln. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. XVI, 1907.

Fischel: Zur Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XXII, 1906.

Garbowski, T.: Über parthenogenetische Entwicklung der Asteriden Bulletin de l'académie des Sciences de Cracovie. Cl. des Sc. mathém. et nat., Décembre 1903.

Derselbe: Z badań nad sztuczna partenogeneza u rozgwiazd. Rozpr. wydz. matem. przyr. Akad. Umiej. w Krakowie, 1904.

Derselbe: Über die Polarität des Seeigeleies. Bull. de l'acad. des Scien. de Cracovie, Cl. des sc. mathém. et natur, Octobre 1905.

Gerassimow, J. J.: Über den Einfluss des Kernes auf das Wachstum der Zelle. Bull. Soc. imp. Naturalistes Moscou 1901.

Derselbe: Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. I, 1902.

Derselbe: Über die Grösse des Zellkernes. Beihefte z. Botan. Zentralbl., Bd. 18, Abt. I, 1904.

Derselbe: Zur Physiologie der Zelle. Bull. de la société impériale des Naturalistes de Moscou 1904.

Godlewski, E. jun.: Untersuchungen über die Bastardierung der Echiniden- und Crinoidenfamilien. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XX, 1906.

Derselbe: Das Vererbungsproblem im Lichte der Entwicklungsmechanik betrachtet. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organ., H. IX, 1909.

Derselbe: Plasma und Kernsubstanz im Epithelgewebe bei der Regeneration der Amphibien. Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organ., Bd. XXX, 2. Teil, 1910.

Gurwitsch, A.: Über Praemissen und anstossgebende Faktoren bei Furchung und Zellvermehrung. Arch. f. Zellforsch., Bd. II, 1909.

Häcker, V.: Mitosen im Gefolge amitoseähnlicher Vorgänge. Anat. Anz., Bd. 17, 1900.

Derselbe: Über das Schicksal der elterlichen und grosselterlichen Kernanteile. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXXVII, 1902.

Heidenhain, M.: Neue Untersuchungen über die Zentralkörper. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 73, 1894.

Herbst, C.: Vererbungsstudien V. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XXIV, 1907.

Derselbe: Vererbungsstudien VI. Die cytologischen Grundlagen der Vererbungsrichtung nach der mütterlichen Seite. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Vol. 27, 1909.

Hertwig, O. und R.: Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien. Jena 1887.

Hertwig, O.: Experimentelle Studien am tierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. Jena 1890.

Hertwig, R.: Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Sitzungsber. d. Ges. Morphol. in Münch., Jahrg. 1902 und 1903.

Derselbe: Über Korrelation von Zell- und Kerngrösse etc. Biol. Zentralbl., Bd. XXIII, 1903.

Derselbe: Über die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies. Festschr. f. Gegenbaur, 11, 1896.

Derselbe: Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. f. Zellforsch., Bd. 1, 1908.

Hindle, E.: A Cytological Study of Artificial Parthenogenesis in Strongylocentrotus purpuratus. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XXXI, 1910.

Kostanecki, K.: Cytologische Studien an künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von Mactra. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 64, 1904.

Derselbe: Zur Morphologie der künstlichen parthenogenetischen Entwicklung bei Mactra. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der vielpoligen Mitose. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 72, 1908.

Derselbe: Einteilung der künstlichen Parthenogenese bei Aricia. Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Cl. des sc. math. et nat., Février 1909.

Derselbe: Experimentelle Studien an den Eiern von Mactra. Bulletin de l'Acad. des sc. de Cracovie. Cl. des sc. math. et nat. Mars 1911.

Kupelwieser, N.: Entwicklungserregung bei Seeigeleiern durch Molluskensperma. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XXVII, 1909.

Lecaillon: Sur la présence des sphères attractives et de centrosomes dans les cellules issues de la segmentation parthénogénétique de l'oeuf de la poule. Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris, T. 149.

Lefevre: Artificial Parthenogenesis in Thalassema Mellita. Journal of Experim. Zool., Vol. IV.

Lillie: Differentiation without Cleavage in the Egg of the Annelid Chaetopterus pergamentaceus. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XIV.

Derselbe: Observations and Experiments concerning the Elementary Phenomena of embryonic development in Chaetopterus. Journal of Experim. Zool., Vol. IV.

Loeb, J.: Über Kernteilung ohne Zellteilung. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 2, 1895.

Derselbe: Experiments on Artificial Parthenogenesis in Annelids (Chaetopterus) and the nature of the Process of Fertilization. Am. Journal of Physiol., IV.

Derselbe: Über die Superposition von künstlicher Parthenogenese und Samenbefruchtung in demselben Ei. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XXIII, 1907.

Derselbe: Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies. Berlin 1909.

Maccabruni, F.: I Megacariociti. Internationale Monatschrift für Anatomie und Physiologie, Bd. XXVII, 1910.

Marcus, H.: Über die Wirkung der Temperatur auf die Furchung bei Seeigeleiern. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 22, 1906.

Morgan, T. H.: A Study of variation in cleavage. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. II, 1895.

Derselbe: Experimental Study on Echinoderm Eggs. Anat. Anz., Bd. IX, 1894.

Derselbe: The production of artificial astrosphaeres. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. III, 1896.

Derselbe: The action salt-solutions on the unfertilized and fertilized eggs etc. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. VIII, 1899.

Derselbe: Further Studies in the Action of Salt-Solutions and other Agents on the Eggs of Arbacia. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ. X, 2, 3, 1900.

Němec, B.: Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zellteilung. Jahrbücher f. wissensch. Bot., Bd. 39, 1903.

Derselbe: Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zellteilung. Jahrbücher f. wissensch. Bot., Bd. 39, 1907.

Derselbe: Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere cytologische Fragen, 1910.

Petrunkewitsch, A.: Künstliche Parthenogenese. Zoolog. Jahrb., Suppl. VII, Festschrift für A. Weismann, 1904.

Rabl, C.: Über „organbildende Substanzen" und ihre Bedeutung für die Vererbung. Leipzig 1906.

Reuter, E: Merokinesis, ein neuer Kernteilungsmodus. Acta societatis scientiarum fennicae, T. XXXVII, 1909.

Schaposchnikoff: Polyzentrische Mitosen bei der Eireifung von Acanthodoris pilosa. Anat. Anz., Bd. 32.

Schiller, J.: Über künstliche Erzeugung „primitiver" Kernteilungsformen bei Cyclops. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XXVII, 1909.

Scott: Morphology of the Parthenogenetic Development of Amphitrite. Journal of Experimental Zoology., Vol. III.

Siedlecki, M.: Über die Struktur und Kernteilungsvorgänge bei den Leukocyten der Urodelen. Anz. d. Akad. d. Wiss. in Krakau, 1895.

Soulier, A.: La fécondation chez la Serpule. Arch. de zool. expériment, T. 35, 1906.

Stevens, N. M.: Experimental studies on eggs of Echinus microtuberculatus. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XV, 1902.

Strasburger, E.: Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybridenfrage. Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. XLIX, 1907.

Derselbe: Chromosomenzahl. Flora, Bd. 100, 1910.

Derselbe: Kernteilungsbilder bei der Erbse. Flora (Allgem. botanische Zeitung), Bd. 102, 1911.

Zur Strassen, O.: Über die Riesenbildung bei Ascariseiern. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. VII, 1898.

Teichmann, E.: Über Furchung befruchteter Seeigeleier ohne Beteiligung des Spermakerns. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. XXXVII, 1903.

Derselbe: Über die Beziehung zwischen Astrosphaeren und Furchen. Experim. Untersuch. am Seeigelei. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organ., Bd. XVI, 1903.

Tennent, D. H. and Hogue, M. J.: Studies on the development of the Starfish Egg. Journal of experiment. Zoology, Vol. III, 1906.

Treadwell: Notes on the Nature of „Artificial Parthenogenesis" in the Egg of Podarke obscura Biol., Bull. III.

Vejdovský, F. und Mrázek, A.: Umbildung des Cytoplasma während der Befruchtung und Zellteilung. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 62, 1903.

Wassilieff, O.: Über künstliche Parthenogenesis des Seeigeleies. Biol. Zentralbl., Vol. 22. 1902.

Wilson, E. B.: Archoplasma, centrosome and chromatin in the sea-urchin egg. Journal of Morph., Vol. IX, 1895.

Derselbe: Experimental Studies in cytology I, II and III. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. XII und XIII, 1901.

Derselbe: Cytasters and Centrosomes in artificial Parthenogenesis. Zool. Anz., XXVIII, 1, 1904.

Yatsu, N.: The Formation of Centrosomes in Enucleated Egg Fragments. Journal Experim. Zool. II, 2, 1905.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I—IV.

Sämtliche Zeichnungen wurden von Herrn St. Weigner unter Zeiss' Apochrom. homog. Immersion 2,0 mm. Apert. 130, Tubuslänge 160, Komp.-Ok. 6 in der Höhe des Objekttisches entworfen.

Fig. 1—11 stellen Entwicklungsstadien normal befruchteter Eier dar.

Fig. 12—38. Künstlich parthenogenetisch sich entwickelnde Eier, welche zwei Richtungskörper ausgestossen haben. Die Fig. 38 stellt eine losgelöste, sich selbständig entwickelnde Blastomere dar.

Fig. 39—61. Künstlich parthenogenetisch sich entwickelnde Eier, in welchen die beiden Richtungskörper zurückgehalten wurden.

Fig. 62 und 63. Künstlich parthenogenetisch sich entwickelnde Eier, welche nur einen Richtungskörper ausgestossen haben.

Aus dem anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin.

Mischlingstudien VI:

Eierstock und Ei bei fruchtbaren und unfruchtbaren Mischlingen.

Von

Heinrich Poll.

Hierzu Tafel V—VIII und 1 Text-Abbildung.

Inhalt:

		Seite
1.	Einleitung	63
2.	Materialien und Methoden	65
3.	Der normale Vogeleierstock	72
4.	Ethologie der Fortpflanzung bei den weiblichen Vogelmischlingen	77
5.	Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane bei Mischlingen	80
6.	Histiologie des Eierstocks der ersten Mischlingsgruppe	83
7.	Allgemeines zur Histiologie des Eierstocks der zweiten Mischlingsgruppe	85
8.	Histiologie des Mischlings-Eierstocks vom Typus I	86
9.	Histiologie des Mischlings-Eierstocks vom Typus II	101
10.	Histiologie des Mischlings-Eierstocks vom Typus III	105
11.	Die Entartungsformen und die Entartungsvorgänge, ihre Bedeutung und ihre Folgen	106
12.	Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Mischlingen	109

1. Einleitung.

Schon häufig haben Züchter und Heger auf die sonderbaren Verschiedenheiten hingewiesen, die sich oft bei Kreuzungen in der Fortpflanzungsfähigkeit der männlichen und der weiblichen Mischlinge zeigen. Die Meinung der Praktiker geht zumeist dahin, dass die Kreuzung die beiden Geschlechter in ungleichem Grade beeinflusse. Viele Erfahrungen, zumal bei der Zucht der Säugetiere, scheinen darauf hinzudeuten, dass im allgemeinen die Männchen schwerer betroffen und stärker beeinträchtigt werden, als die gleichartigen weiblichen Hybriden.[1])

[1]) von Nathusius (1911) gibt z. B. in allerjüngster Zeit diese Tatsache für die Kreuzungen des Hausrindes sowohl mit dem Yak wie mit dem Gayal an.

Von anderen Seiten wird in schroffem Widerspruche hierzu ausdrücklich betont, dass die Fruchtbarkeit gerade der Weibchen unverhältnismässig viel stärker unter dem Einflusse der Kreuzung litte, als die Leistung der männlichen Keimorgane.[1])

Auch der wissenschaftliche Experimentator selbst ist gar nicht selten in der Lage, Beobachtungen von ähnlicher Bedeutung zu verzeichnen (Heinroth, 1906): so konnte mit grosser Sicherheit und in vielen Fällen festgestellt werden, dass bei manchen Kreuzungen, z. B. bei den Mischlingen von Sporengans, Plectopterus gambensis (L.), und der Türkenente, Cairina moschata (L.), stets nur männliche Küken den Eiern entschlüpften, während die weiblichen vermutlich auf frühen Entwicklungsstadien des embryonalen Lebens im Ei zugrunde gingen.

Versucht man die beiden so widerspruchsvollen Ansichten gegeneinander abzuwägen, so steht die Vorstellung von der schwereren Schädigung der samenbereitenden Organismen und Organe in einem auffallenden Gegensatz zu den Anschauungen, die der wissenschaftliche Vergleich der beiden Geschlechter, des Samenfadens und des Eies in ihren biologischen Grundcharakteren eröffnet.

Vom allgemein-biologischen Standpunkte aus sind — das haben die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte eindeutig und klar bewiesen — Spermium und Ovium durchaus gleichwertige Elemente. Diese Auffassung macht eine verschiedenartige oder verschiedengradige Einwirkung des gleichen schädigenden Einflusses erst recht unverständlich.

Die cyto-histiologische Betrachtung lehrt vollends das Ei als den bei weitem komplizierter aufgebauten Elementarorganismus, als die bei weitem selbständiger begabte und reicher befähigte der beiden Geschlechtszellen erkennen, lehrt die Bildung des Eies, die Erzeugung eines weiblichen Lebewesens als eine beträchtlich höhere Leistung des Organismus einschätzen, als die Entwicklung eines Spermatozoons oder eines männlichen Artgenossen.

Solcherlei Widersprüche zwischen Theorie und praktischer Erfahrung dürfen nicht gering geschätzt werden: sie verdienen

[1]) Auf diese Tatsache hat für die Schmetterlinge Spuler gelegentlich einer Diskussion auf der 25. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft zu Leipzig besonders nachdrücklich hingewiesen.

gewiss alle Beachtung. Sie sollten vielmehr Anlass geben, den biologischen Bedingungen näher nachzugehen, unter denen derartige wichtige Verschiedenheiten entstehen. Erst dadurch kann man hoffen, die Einsicht in die Art und Weise der Verwirklichung solcher Geschehnisse zu erschliessen.

Durch zahlreiche, viele Jahre lang fortgesetzte Untersuchungen (1906, 1907, 1908, 1910, 1911) über den Einfluss der Kreuzung auf die männlichen Keimdrüsen hat sich eine Anzahl bestimmter Entartungsformen verschiedenen Grades feststellen lassen, die mit grosser Regelmässigkeit bei den einzelnen Formen der Mischlinge wieder und wiederkehren. Die planmässige Beobachtung von Eierstock und Ei bei den Schwestern dieser Hybriden verspricht Antwort auf die Frage, ob und inwieweit die allgemeine Biologie, die Cytohistiologie oder die Praxis den Einfluss der Kreuzung auf die Ausgestaltung und Lebensleistung der beiden Geschlechter richtig beurteile.

2. Materialien und Methoden.

Zur Untersuchung und Feststellung des normalen Verhaltens der weiblichen Vogelkeimdrüse dienten aus praktischen Gründen im wesentlichen die Eierstöcke von Hausente [Anas boscas var. dom. L.] und der Türkenente [Cairina moschata (L.)]. Zum Vergleiche wurden auch andere Entenarten, z. B. die Brautente [Lampronessa sponsa (L.)] und die Pfeifente [Mareca penelope (L.)], dann die Haustaube [Columba livia var. dom. Bp.] und der Kanarienvogel [Serinus canarius (L.)] herbeigezogen.

Eine sehr grosse Anzahl von Mischlingen der Hausente und der Türkenente, die von Herrn Dr. O. Heinroth im Berliner Zoologischen Garten besonders in den Jahren 1903 – 1907 gezüchtet und ethologisch wie ökologisch beobachtet wurden, konnten dank der liebenswürdigen Hilfsbereitschaft der Direktion des Berliner Zoologischen Gartens (Prof. Dr. L. Heck) zur biologischen Untersuchung verwandt werden. Im ganzen wurden 30 Stücke in verschiedenem Lebensalter zu den verschiedenen Jahreszeiten getötet. Von ihnen waren 20 Mischlinge des Türkenerpels und der Hausente, 11 Hybriden vom Hauserpel und Türkenente. Bei fünf von diesen war es zweifelhaft, ob wirklich der Hauserpel oder doch nicht vielleicht der Türkenerpel die väterliche Art war.

Von den übrigen Entenmischlingen konnten immer nur wenige oder einzelne Stücke der Untersuchung geopfert werden. So von den Hybriden der Brautente und der Peposakaente, der Kolbenente und der Fleckschnabelente, der Peposakaente und der Spiessente, der Tafelente und der Brautente (drei Exemplare), der Kolbenente und der Spiessente, der Schnatterente und der Spiessente, der chilenischen Pfeifente und der südamerikanischen Spiessente (fünf Exemplare), der chilenischen Pfeifente und der Zwergente (drei Exemplare), der Reiherente und der Pfeifente (zwei Exemplare), der Bahamaente und der brasilianischen Krickente, der Rotschulterkrickente und der brasilianischen Krickente, der Pfeifente und der Schnatterente (drei Exemplare), der Graukopfgans und der schwarzen Kasarkaente, der Brandente und der Nilgans, der Brandente und der australischen Kasarkaente.

Vereinzelte andere Beobachtungen scheiden aus diesem engeren Rahmen aus (ternäre Entenmischlinge, Mischlinge von Fasanen, Gänsen, Finken, Tauben und Affen).

Eine genauere Nachweisung des Materials, der Konservierung, und der äusserlichen Befunde gibt beistehende Tabelle.

I. Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀ Türkenerpel × Hausente.

Lfd. Nr.	Mischling	Ausgeschlüpft	Getötet	Conservierung	Bemerkungen
1	2	1904	13. Mai 1905	Pick	Ovarium dunkelbraune leberartige Masse.
2	4 (M) [1]	1904	13. Juni 1905	Zenker	
3	6	1904	9. Nov. 1905	Form.-Alk.	An der Stelle des Ovariums ein linsengrosses dunkelgelbes Körperchen. Geschlecht im Leben fraglich.
4	9	1903 od. 04	9. Nov. 1905	Zenker	An Stelle des Ovariums ein lappenförmiger, dunkelbrauner Körper. Galt im Leben als Erpel. (Abb. 4, Taf. V.)
5	10 (M)	1903	16. Nov. 1905	Zenker	Ovarium dreieckig dunkelbraun gelb.
6	11 (M)	1903	16. Nov. 1905	Hermann	Galt im Leben als Erpel.
7	14 (M)	1903 od. 04	23. Nov. 1905	Frisch unters.	

[1]) „M" bedeutet, dass der Eierstock des Mischlings mikroskopisch untersucht wurde.

Lfd. Nr.	Mischling	Ausgeschlüpft	Getötet	Konservierung	Bemerkungen
8	15 (M)	1905	29. Nov. 1905	Zenker	Eierstock körnig blassgelb.
9	18	1904 od 05	20. Dez. 1905	Form.-Alk.	(Abb. 2, Taf. V.)
10	19 (M)	1903 (?)	20. Dez. 1905	Zenker	Ovarium wie bei 4 und 9.
11	20 (M)	1903 (?)	20. Dez. 1905	Carnoy	
12	21 (M)	1904 od. 05	20. Dez. 1905	Zenker	Ovarium voll kleiner Eier, in so grosser Ausdehnung, wie sonst noch nie gesehen.
13	22	1904 od. 05	20. Dez. 1905	Formalin	
14	22 a (M)	1904 od. 05	29. Dez. 1905	Flemming	Ovarium enthält zahlreiche kleine Eier, ist gross und blassgelb.
15	23 (M)	1904 od. 05	29. Dez. 1905	Zenker	Galt im Leben als Erpel. Ovar klein, mit kleinen Eiern besetzt, blassgelb.
16	29	1905	17. Mai 1906		Ovarium klein, leberbraun. (Abb. 3, Taf. V).
17	30 (M)	1905	12. Mai 1906	Hermann Gilson	
18	31 (M)	1905	12. Mai 1906	Hermann Carnoy	Ovarium braun, enthält aber noch kleine Eier.
II. Anas boscas var. dom. L. ♂ × Cairina moschata (L.) ♀ Hauserpel × Türkenente.					
19	25 (M)	1905	17. Mai 1906	Carnoy Zenker	Hat Doppeleier gelegt.
20	26 (M)	1905	17. Mai 1906	Gilson Zenker	Hat keine Eier gelegt.
21	27	1905	17. Mai 1906	Subl.-Alk.-Eisessig	Fraglich, ob diese Ente Eier gelegt hat.
22	28 (M)	1905	17. Mai 1906	Hermann Zenker	Hat gelegt. Ist irrtümlich im Protokoll mit Cairina ♂ × Anas ♀ bezeichnet.
23	40	1906	25. Okt. 1906	Helly	Fraglich, ob nicht ein Mischling Cairina ♂ × Anas ♀.
24	42	1906	25. Okt. 1906	Helly	Ovar eine rundliche, in der Mitte vertiefte, an den Enden krausenartig aufgeträufelte Masse, von heller Ovar-Farbe.
25	45	1906	Okt. 1906		Fraglich, ob nicht Cairina ♂ × Anas ♀.
26	46	1906	1. Nov. 1906	Pikrin-Eisessig-Sublim.	Fraglich, ob nicht Cairina ♂ × Anas ♀.
27	48 (M)	1906	12. Nov. 1906	Picrin-Eisessig-Sublim.	Fraglich, ob nicht Cairina ♂ × Anas ♀
28	50 (M)	1905 od. 06	3. Jan. 1907	Flemming	
29	56 (M)	1905 od. 06	Mai 1907	Flemming	Ovar enthielt über erbsengrosse Eier.

III. Poecilonetta bahamensis (L.) ♂ × Nettium brasiliense (Gm.) ♀

Bahamaerpel × brasilianische Krickente.

Lfd. Nr.	Mischling	Ausgeschlüpft	Getötet	Konservierung	Bemerkungen
30	123(M)	—	3. Mai 1910	Zenker Flemming	—

IV. Nettium torquatum (Vieill.) ♂ × Nettium brasiliense (Gm.) ♀

Rotschulterkrickerpel × brasilianische Krickente.

31	82	—	15. Juni 1911	Zenker	Kleines, stark degeneriertes Ovar. (Niemals, auch beim Männchen, richtige Brunst beobachtet, auch ihre Stammformen haben sich in der Gefangenschaft nicht fortgepflanzt.)

V. Chaulelasmus streperus (L.) ♂ × Dafila acuta (L.) ♀

Schnattererpel und Spießente.

32	180	—	31. Mai 1911	Zenker	Hat normal gelegt.

VI. Mareca penelope (L.) ♂ × Chaulelasmus streperus (L.) ♀

Pfeiferpel × Schnatterente.

33	84(M)	—	14. Mai 1909	Zenker Flemming Trichlorura-nylacetat.	Schönes grosses Ovarium mit bis erbsengrossen Eiern.
34	107		29. April 1910	Zenker Flemming	Grosser, gut ausgebildeter Eierstock. Grösstes Ei kirschengross.
35	108		29. April 1910	Zenker Flemming	Kleineres Ovarium als 107, aber voll gut entwickelter erbsengrosser Eier.
36	122		3. Mai 1910	Flemming Zenker	

VII. Tadorna tadorna (L.) und [1]) Alopochen aegyptiacus (L.)

Brandente und Nilgans.

37	64(M)	—	13. April 1911.	Zenker	Schönes deutliches mit bis 6 mm grossen Eiern besetztes Ovarium. Hat Eier von normalem Aussehen und normaler Grösse gelegt und bebrütet. Unbefruchtet von einem ♂ gleicher Kreuzung, das aber Spermien besitzt.

[1]) Kreuzungsrichtung ist fraglich.

VIII. Tadorna tadorna (L.) ♂ × Casarca tadornoides (J. u. S.) ♂

Branderpel × australische Kasarkaente.

Lfd. Nr.	Mischling	Ausgeschlüpft	Getötet	Konservierung	Bemerkungen
38	167(M)	—	4. Mai 1911	Zenker	Gut entwickelter Eierstock mit schönen, bis zu 6 mm grossen Eiern darin.

IX. Chloephaga poliocephala Scl. ♂ × Casarca variegata (Gm.)

Graukopfgansert × schwarze Kasarkaente.

39	172(M)	1910	10. Mai 1911	Zenker	Schöne, bis 5 mm grosse Eier im Ovarium.

X. Aythya ferina (L.) ♂ × Netta rufina (Pall.) ♀

Tafelerpel × Kolbenente.

40	24	—	7. März 1906	—	—

XI. Lampronessa sponsa (L.) ♂ × Metopiana peposaca (Vieill.) ♀

Brauterpel × Peposakaente.

41	89	—	17. Mai 1909	Zenker	Ganz degeneriertes, kaum zu findendes Ovarium.

XII. Netta rufina (Pall.) ♂ × Polionetta poecilorhyncha (Forst.) ♀

Kolbenerpel × Fleckschnabelente.

42	90(M)	—	18. Mai 1909	Zenker	Sichtbares, degeneriertes Ovarium.

XIII. Aythya ferina (L.) ♂ × Lamprones sasponsa (L.) ♀

Tafelerpel × Brautente.

43	104	—	29. April 1910		Keine Ovarien gefunden.
44	105	—	29. April 1910		Keine Ovarien gefunden.
45	117(M)	—	2. Mai 1910	Zenker	Keine Ovarien gefunden; die ganze Eierstocksgegend eingelegt.

XIV. Metopiana peposaca (Vieill.) ♂ × Dafila acuta (L.) ♀

Peposakaerpel × Spiessente

46	116(M)	—	2. Mai 1910	Flemming Zenker	—

XV. Netta rufina (Pall.) und[1]) Dafila acuta (L.)
Kolbenente × Spiessente

Lfd. Nr.	Mischling	Ausgeschlüpft	Getötet	Konservierung	Bemerkungen
47	169 M	—	6. Mai 1911	Flemming Tellyesnicky	Leberbraunes dreieckiges Läppchen, 0,5 mm breit, 1,5 cm lang.

XVI. Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀
Chilenischer Pfeiferpel × südamerikanische Spiessente

48	79 (M)	1903 od. 04	8. Mai 1909	Flemming	Galt im Leben als Erpel; am oberen Nierenpol ein weiches hellbraunes leberähnliches Streifchen.
49	80 (M)	1903 od. 04	12. Mai 1909	Zenker	Sehr viel Grün am Kopfe. Ovarium ganz rudimentär.
50	81 (M)	1903 od. 04	12. Mai 1909	Trichlorura-nylacetat.	Ovarium kaum zu finden. Viel Grün am Kopfe.
51	85 (M)	1903 od. 04 od. 08.	14. Mai 1909	Zenker	Fast gar kein Grün am Kopfe. Degeneriertes, weisslich, höckeriges Ovar.
52	126 (M)	1909	9. Mai 1910	Zenker	Kleines, dünnes Ovarium ohne Eier.
53	179 (M)	1911	31. Mai 1911	Zenker	Kurz vor dem Ausschlüpfen.

XVII. Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Anas boscas var. nana (L.) ♀
Chilenischer Pfeiferpel × Zwergente

54	133 (M)	1909?	12. Mai 1910	Zenker	Ovarien weiche, zarte leberbraune Streifchen.
55	134 (M)	1909?	12. Mai 1910	Flemming	

XVIII. Fuligula fuligula (L.) ♂ × Mareca penelope (L.) ♀
Reihererpel × Pfeifente

56	135 (M)	1909?	12. Mai 1910	Zenker	Ganz zartes dünnes braunes Streifchen, durch das die Nebenniere durchschimmert.
57	168 (M)		6. Mai 1911	Flemming	

XIX. Mareca penelope (L.) ♂ × Lampronessa sponsa (L.) ♀
Pfeiferpel × Brautente

58	93 (M)	1908?	5. Juni 1909	Zenker	Ovar ganz klein hellbraungelb.

[1]) Kreuzungsrichtung ist fraglich.

XX. [Metopiana peposaca (Vieill.) ♂ × Netta rufina (Pall.) ♂] ♀ × Anas boscas var. dom. ♀

Mischlingserpel von (Peposkaerpel × Kolbenente) × Hausente

Lfd. Nr.	Mischling	Ausgeschlüpft	Getötet	Konservierung	Bemerkungen
59	94	1906	5. Juni 1909	Zenker Flemming Trichloruranylacetat.	Typisches Entenkleid. Schöne deutliche bis 4 mm grosse Eier im Ovarium.
60	95	1906	5. Juni 1909	—	Erpelfiedrig. Kleines Ovarium, höckerig, ähnlich und etwas grösser als Hirsekörner aussehende Höckerchen auf der Oberfläche.
61	127	1906	9. Mai 1910	Flemming Zenker	Schönes deutliches Ovarium.

XXI. Verschiedene Mischlinge.

62	70a	1895 (?)	30. April 1908	Zenker	Gennaeus nycthemerus (L.) × Chrysolophus pictus (L.). Silberfasan × Goldfasan. Seit 1902 hahnenfiedrig.
63	129	1910	9. Mai 1910	Zenker Flemming	Chen nivalis (Forst.) ♂ × [Branta canadensis (L.) ♂ × Anser albifrons (Scop.) ♀]. ♀. Schneegansert × (Mischlingsente von Canadagansert und Blässgans).
64	131	1910	9. Mai 1910	—	Dasselbe.
65	155(M)	—	8. April 1911	Zenker	Gallus sonnerati Temm. ♂ × Gallus gallus (L.) ♀ Sonnerats-Hahn × Bankivahuhn.
66	165(M)	—	21. April 1911	Flemming	Streptopelia risoria (L.) × Turtur turtur (L.) Lachtaube × Turteltaube.
67	161(M)	1910	11. April 1911	Flemming	Carduelis carduelis (L.) ♂ × Serinus canarius (L.) ♀ Stieglitz × Kanarienhenne.
68	101(M)	—	1. Febr. 1910	Zenker	Macacus lasiotis ♂ × Macacus rhesus ♀, schwanzloser Rhesusaffe × Rhesusäffin, neugeboren.

Die Untersuchung stützte sich in jedem Falle auf vollständige Schnittreihen, sei es der ganzen Eierstöcke mitsamt ihrer näheren Umgebung, sei es einzelner Teile, in die das Ovarium bei der Fixation zerlegt worden war.

Als Konservierungsflüssigkeiten dienten vornehmlich Zenkersche Lösung und Flemmings oder Hermanns Osmiumgemisch, daneben hin und wieder Hellys Flüssigkeit.

Gefärbt wurde vornehmlich mit Eisenalaun - Hämatoxylin nach Heidenhain und Nachfärbung mit Pikrofuchsin und ausserdem mit den üblichen gewöhnlichen Methoden: Hämatoxylin-Eosin oder Orange, Safranin-Lichtgrün usw. Sehr schätzenswerte Dienste leistete in vielen Fällen die modifizierte Pikroindigokarmin-Magentarot-Methode (1908).

3. Der normale Vogel-Eierstock.

Das Ovarium der Vögel erleidet im Laufe des Jahres periodische Veränderungen, wie sie mit einer ausgeprägten Brunstzeit gewöhnlich einherzugehen pflegen. Es muss indessen hier darauf hingewiesen werden, dass wenigstens bei der Hausente, vielleicht aber ebenfalls schon bei der türkischen Ente, wenn auch hier gewiss in sehr viel geringerem Grade, die Domestikation die scharf begrenzte, zeitlich und zahlenmässig sehr fest bestimmte Gelegeproduktion zu verwischen begonnen hat.

Hiermit verändert sich Hand in Hand auch die zyklische Folge der Erscheinungen am Eierstock. Immerhin kann selbst bei der Hausente eine sehr ausgesprochene und deutliche Ruheperiode des Ovariums, die sich an die Entleerung der in der Brunst- und Legezeit ausgestossenen und abgelegten Eier anschliesst, noch eindeutig festgestellt werden. Abb. 1, Taf. V zeigt ein solches Entenovarium aus dem Monate Oktober mit seinen kleinen, noch unscheinbaren Eifollikeln von der Wildform unserer Hausente, der Stockente, die viel besser als eine Hausente zur gleichen Jahreszeit die Ruhepause des Vogeleierstocks verdeutlicht. Im Laufe der Monate Dezember, Januar, Februar, März gewinnt das Ovarium durch das Wachstum der für die Brutperiode des Frühjahrs bestimmten Eier sein bekanntes traubiges Aussehen. Der viel bequemeren Übersicht und der für die vorliegenden Untersuchungen auch viel wichtigeren Aufschlüsse halber diente das normale Winterovar vornehmlich auch zur geweblichen Untersuchung.

Den gröberen und feineren Aufbau des Vogelovariums hat Waldeyer (1870) in seiner Schrift „Eierstock und Ei, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Sexualorgane“, (S. 48 ff.) erschöpfend geschildert. Auch für die Keimdrüse der Entenvögel ist dieser Darstellung nichts hinzuzufügen.

Es ist daher nur notwendig, die Einzelheiten herauszuheben und durch Abbildungen zu belegen, die für den Vergleich mit den charakteristischen Kennzeichen des Mischlings-Eierstocks Wichtigkeit und Bedeutung beanspruchen.

Die Follikel ordnen sich im Enten-Eierstock mit einer gewissen Regelmässigkeit (Abb. 5, Taf. V). Die kleinen und kleinsten von ihnen (ve) reihen sich in der Tiefe verborgen beiderseits dicht am Ursprunge der Ovarialplatte eng aneinander. Nur wenige und dann immer nur einzelne von ihnen finden sich mitten zwischen den schon grösseren Eiern an Vorderfläche und Seitenfläche des Eierstocks verteilt. Sie liegen dann in oder dicht an der starken Wandkapsel, mit der das Gerüste des Ovariums die wachsenden Follikel umhüllt. Alle diese kleinen Eier sind ein regelmässiger, nie fehlender Bestandteil der weiblichen Keimdrüse, solange die lebhafte Bruttätigkeit andauert. Es sind die Vorräte an Keimmaterial, die im Gewebe aufbewahrt, allerdings beim erwachsenen Tier nicht mehr vermehrt werden. Sie messen hier durchschnittlich etwa 30—45 μ.

Es mag dahingestellt werden, ob diese Eier die Bezeichnung „Primärfollikel“ verdienen; die kleinsten Eigebilde des Ovariums sind sie jedenfalls nicht. Solche findet man, obzwar selten, bei der Ente im Stroma gelegen, von noch nicht regelmässig kubischem Epithel umhüllt. Auch Waldeyer (1870) betont das spärliche Vorkommen solcher „Primärfollikel“ im strengen Sinne des Wortes. Die Entwicklungsstadien, um die es sich hier handelt, sind doch schon etwas älter und sollen mit dem indifferenten Namen Vorratseier (ve) oder Reservefollikel bezeichnet werden. Ihrem Verhalten kommt für das Stadium der Mischlingseierstöcke eine gewisse Bedeutung zu. Sie betten sich in das seltsame Ovarialstroma ein, das aus einem äusserst zarten Fasermaschenwerk mit dicht gedrängten, kleinkernigen Zellen besteht. Seinem Kernreichtum verdankt es die sehr starke Färbbarkeit mit Chromatinfarbstoffen. Von diesem dunklen

Grunde heben sich die Eifollikel als lichte Flecke ab (Abb. 6, Taf. V). Blutgefässkapillaren durchziehen das Gewebe in starken Zügen, und gegen die Peritonealhülle hin grenzt ein schönes, mässig hohes Zylinderepithel die Höcker und Vorsprünge der Ovarialplatte ab, die diese kleinen Eier beherbergen.

Diese jüngste Ausgangsform des Ovarialstroms ist mannigfacher Veränderung fähig: das Eierstockgerüste begleitet die Schicksale des Parenchyms, der Follikel, mit vielgestaltigen Wandlungen. Stromahöcker, die keine Eier beherbergen, sei es, dass sie sie durch Schwund oder Entleerung verloren, sei es, dass sie niemals solche besessen haben, infiltrieren sich manchmal in den peripherischen Schichten mit Fett (Abb. 8, Taf. V), das sich längere Zeit erhalten kann. Solche Vorragungen fallen in der Reihe der eierführenden Prominenzen sofort in die Augen.

In der unmittelbaren Umgebung der Follikel endlich verfällt das Stroma in eine wahre „Metaplasie" in epithelioide Zellen: in den bekannten Bildungen der Theca interna folliculi. Bei den Säugetieren sind die Veränderungen des Stützgewebes der inneren Follikelscheide in der letzten Zeit Gegenstand regen Interesses gewesen, ihre Rolle bei der Bildung des gelben Körpers und beim Aufbau der interstitiellen Drüse des Eierstocks ist von vielen Seiten eingehend behandelt worden. [Sobotta (1896, 1897, 1899), Rabl (1899), Limon (1903), Cohn (1903, 1909), Fränkel (1905, 1911), Seitz (1906), Wallart (1907, 1908).]

Auch aus dem Vogeleierstock ist diese Zellenart schon lange bekannt: es sind die Kornzellen von His (1868). Aus ihnen baut sich eine besondere Hülle des wachsenden Follikels auf: die innere Hüllschicht des Eies, die sich der Basisschichte des Follikelepithels dicht anschmiegt. Bei der Türkenente ist die Stärke dieser Gewebsschale im allgemeinen geringer als bei der Hausente (Abb. 24 und 26 Taf. VII), selbst wenn man ihre wechselnde Zu- und Abnahme an Stärke während der Vergrösserung des Eies wohl mit in Rechnung zieht. Bei Follikelabmessungen von 1,05 × 0,785 mm kann die Dicke der Thekawand zuweilen nur zu 30 μ, bei Durchmessern von 0,9 mm zu 23 μ bestimmt werden. Bei Anas hält sich die Stärke der Schalenwand an Follikeln von 0,6 mm auf 80—90 μ; von 0,8—0,85 mm auf 45—50 μ, von 1,1 mm auf 30—40 μ. Auch kleinere Eier der Hausente verfügen schon über eine Theka von 45—75 μ bei 0,385 mm Durch-

messer. Die Schwankungen in den Zahlen kennzeichnen deutlich, dass kein ganz strenges Ausmassverhältnis zwischen Wachstum des Eies und Wanddicke der Innenhülle besteht. Ferner wechselt auch die Dicke der Schichten am selben Ei in mässigen Grenzen und endlich ist sie zuweilen gegen das übrige Stroma nur ungenau abzugrenzen. Immerhin ist der Eindruck: dünnere Theka bei Cairina, stärkere bei Anas recht deutlich und einwandsfrei sicherzustellen.

Die Thekazellen betten sich in recht reichliches faseriges Bindegewebe ein und liegen oft einzeln, aber meist in kleinen Nestern eng zusammengepresst da. Sehr häufig scheinen einzelne von ihnen die Plasmaleiber mit ihren Nachbarelementen zu verschmelzen. Die Elemente selbst sind von recht ansehnlicher Grösse, messen etwa 8—12 μ. Ihr Kern ist rundlich, enthält gewöhnlich mehrere Chromatinbrocken; er misst etwa 5—7 μ. In den Abmessungen von Kern und Zellenleib kommen sehr grosse Schwankungen vor. Der Zellenkörper ist feinkörnig, dicht und enthält mit Osmiumtetroxyd schwärzbare, aber so äusserst feine Körnchen, so dass das Plasma nur wie leicht grau gestäubt aussieht. Allerdings bezieht sich diese Angabe nur auf Objekte, die in der üblichen Weise durch Chloroform in Paraffin eingebettet und bei der Färbung mit Xylol behandelt, sowie in Xylolbalsam eingeschlossen wurden; sehr wohl möglich, dass bei der Labilität der aus den entsprechenden Zellen des Säugerovariums bekannten Lipoide auch beim Vogel mit besonderer Technik mehr Einschlüsse in diesen Elementen darzustellen sind. Jedenfalls konnte an dem lipoiden Gewebe der häufig in den Schnitten sichtbaren Nebenniere festgestellt werden, dass die Körnchen jener Zellen nur wenig gröber und schwärzer erscheinen. Ob und welche biologische Rolle die Theka interna bei der Bildung des gelben Körpers im Vogeleierstock spielt, ob ihr eine ebenso grosse Bedeutung zukommt, wie das nach den neueren Anschauungen für die Säuger gilt, das müssen besondere Untersuchungen entscheiden. Das gilt auch weiter für die nicht unwichtige Frage, ob auch aus dem Stroma des Ovarialgewebes ohne Beziehungen zum Follikelapparat Luteinzellen — die Stromaluteinzellen des Säuger-Eierstocks — entstehen können.

Bei den Vorgängen, die mit der Atresie des Follikels im Vogelovar einhergehen, sind die epithelioiden Elemente der Theka

jedenfalls in hervorragender Weise beteiligt, völlig in Übereinstimmung mit den Geschehnissen am ungeplatzt absterbenden Säugerfollikel.

Schon Waldeyer (1870, S. 92) hat die auffallende Zellenlage besonders in seiner Schilderung hervorgehoben und auf Abb. 27, Taf. III gezeichnet, die am schrumpfenden Eitäschchen des Hühnereierstocks zwischen der äusseren Follikelwand und dem Epithel so überaus deutlich hervortritt.

v. Brunn (1882) ist zuerst — abgesehen von einzelnen Bemerkungen bei Jörg (1815) — den Erscheinungen der Atresie im Vogeleierstock näher nachgegangen. Er legt viel Wert auf die Veränderungen der Granulosa, auf das Auftreten von sternförmigen Elementen zwischen den gewöhnlichen kubischen bis zylindrischen Epithelzellen. Die Vorgänge in der Theka streift v. Brunn nur mit wenigen Worten. Desto deutlicher vermag man sich aus seinen Abb. 12 und 13 der Taf. I über das Schicksal der inneren Wand zu unterrichten.

Für das Vogelei kommt allem Anscheine nach normalerweise nur der eine von den beiden am Säugerovarium von Seitz (1906) aufgestellte Typen der Entartung des atretischen Follikels in Betracht: der Vogelfollikel fällt in der Regel der obliterierenden Atresie, nicht der zystischen Form der Entartung, anheim. Das geht auch aus den Bemerkungen von Henneguy (1894) hervor, der beim Storch ein Stadium der Atresie des Graafschen Bläschens beobachtet hat. Charakteristisch für den Follikel der meroblastischen Eier ist das Einwandern zahlreicher Zellelemente in den degenerierenden Dotter. Über die Natur dieser Zellen spricht sich der französische Forscher nicht abschliessend aus. Es mögen Phagozyten aus der Blutbahn, Zellen der stark gewucherten Granulosa sein, die sich mit dem entarteten Dotter vermengen. Das Ende ist eine Umwandlung aller dieser Elemente, auch der Granulosazellen, in das Bindegewebe des Corpus atreticum. Henneguy erwähnt auch, aber nur kurz, die Hypertrophie der Theka, die im Verlaufe der Atresie niemals fehlt.

Im ganzen stellt sich der Vorgang der Atresie beim Vogel etwa wie folgt dar. Das Ei, Keim wie Dotter, gehen zugrunde, unter Beteiligung von phagozytischen Elementen. Das Follikelepithel wuchert, allerdings wohl in nicht sehr beträchtlichem

Grade und entartet. Das ganze Graafsche Bläschen schrumpft ein und schwindet allmählich. Die stark gewucherten Theka interna-Zellen dringen strahlenförmig und zu schmalen Balken aufgereiht mit ihrem Stützgerüste und ihrem Kapillarapparat gegen das Zentrum des ehemaligen Eitäschchens vor. In der Mitte liegen oft noch Zellenhäufchen, die bei der Entartung des Dotters und des Follikelepithels beteiligt gewesen sein mögen.

Es muss einer genaueren Untersuchung des Eierstocks, zumal während der Zeit der Rückbildung aus der Brutperiode vorbehalten bleiben, die Einzelheiten dieses Herganges festzustellen und mit den Erfahrungen beim Säugetier zu vergleichen. Die in den beiden höchsten Wirbeltierordnungen so verschiedenen Schicksale des regelrecht entleerten Eies — die Einnistung im mütterlichen Gewebe und seine lange innere Entwicklungszeit beim Säuger, die Umhüllung mit vielfachen Abscheidungen der Geschlechtswege und seine rasche Ausstossung beim Vogel — sollten besonders im Hinblick auf die mannigfachen Hypothesen, die für die Biologie des Corpus luteum und der interstitiellen Eierstockdrüse aufgestellt worden sind, zu einem Vergleich geradezu anreizen.

Die Kornzellenbalken oder, wie der moderne Ausdruck wohl lauten würde, die Zellenbalken der Zwischendrüse, erhalten sich beim Vogel in der Regel wohl kaum sehr lange Zeit. Während der Periode der Geschlechtstätigkeit findet man in den normalen Eierstöcken nur selten Bildungen aus interstitiellem Gewebe vor, die nicht ohne weiteres Beziehungen zu Follikeln in der Form einer Theka interna deutlich erkennen liessen.

4. Ethologie der Fortpflanzung bei den weiblichen Vogelmischlingen.

In der Reihe der Vogelmischlinge treten mit grosser Schärfe zwei recht verschiedene Gruppen von Weibchen hervor: die einen von ihnen legen entwicklungsfähige Eier, die anderen sind vollkommen und ohne Ausnahme unfähig, sich fortzupflanzen.

Selbstverständlich fordert bei dieser Unterscheidung die alte Züchtererfahrung Beachtung, dass überhaupt in der Gefangenschaft und dann zumal beim weiblichen Geschlechte recht leicht und häufig Sterilität eintritt (Abt. IV).

Zweitens ist zu beachten, dass Ablage von Eiern sehr wohl auch bei völliger Unfruchtbarkeit vorkommen kann: trotz regelrechten Tretens seitens eines fertilen Männchens sind diese Eier indes niemals entwicklungsfähig.

Bei der ersten Gruppe von Mischlingen lässt sich im allgemeinen unschwer die Fertilität im physiologischen Versuche erweisen. Nach den Erfahrungen über die Keimzellenbildung bei Mischlingen genügt in der Regel die einmalige Feststellung der Entwicklung von Embryonen im Ei, um einen schlüssigen Beweis für die Fertilität der betreffenden Hybridenform zu erbringen.

Nur zwei Punkte verdienen kritische Berücksichtigung.

Lecaillon (1910) hat nachgewiesen, dass beim Vogelei auch ohne Befruchtung eine rudimentäre Entwicklung, eine Parthenogenese, eintritt, und zwar regelmässig bei allen Eiern. Sie erreicht zwar in der Regel ihr Ende auf einem viel früheren Stadium, als es etwa dem Ende des normalen Furchungsvorganges entspricht. Immerhin muss im Auge behalten werden, dass unter unbekannten Bedingungen auch diese rudimentäre Parthenogenese einmal weiter vorschreiten und so zu Täuschungen Anlass geben könnte.

Sodann besitzen bei einigen Tieren die Eier die Fähigkeit, auch ohne Vollendung der normalen Reifeteilungen Embryonen zu erzeugen. Allerdings hat man dieses Verhalten zumeist bei parthenogenetischen Eiern angetroffen, und durch die Untersuchungen der letzten Jahre sind die Anhaltspunkte, die man aus früheren Beobachtungen, z. B. bei der Maus, für den Ausfall eine Reifeteilung bei normal befruchtungsbedürftigen Eiern gewonnen zu haben glaubte, in anderer Weise erklärt und gedeutet worden (Sobotta, 1908). Jedenfalls aber weisen derlei Tatsachen darauf hin, dass auch das ungereifte Ei bereits in allen wesentlichen Punkten für die Fortentwicklung fertig ausgebildet ist, und die Möglichkeit des Unterbleibens einer Reifeteilung mahnt in der Deutung und Bewertung von Störungen des gesetzlichen Erscheinungsablaufes zu vorsichtiger und zurückhaltender Beurteilung.

Die zweite Gruppe von Mischlingsweibchen zeigt schon in ihrem ethologischen Gebahren auffallende Abweichungen von jenen der ersten Kategorie. Als Typus kann das Verhalten der Türken- und Hausenten-Hybriden gelten, das Heinroth (1906)

schildert. „Die Tiere zeigen gar keine weiblichen Neigungen, suchen sich jeder Annäherung des Erpels zu entziehen und es fehlt ihnen, namentlich auch das bei den Anasweibchen übliche Kokettieren mit dem Erpel.“ Niemals wurde ein Ei gelegt. Diese Weibchen treten hiermit in einen überaus auffallenden und bemerkenswerten Gegensatz zum Mischlingserpel aus der gleichen Kreuzung. „Diese sind höchst schneidige Tiere mit einem sehr stark ausgeprägten Geschlechtstrieb, dem kein erreichbares Entenweibchen so leicht entgeht“: trotzdem auch diese Männchen vollkommen unfruchtbar sind (1906, 1907), vollziehen sie vollkommen regelrecht den Tretakt.

Bisher ist nur bei einer einzigen derartig obligatorisch sterilen Mischlingsform Eiablage beobachtet worden. Drei weibliche Stücke der Kreuzung Anas boscas var. dom. L. ♂ × Cairina moschata (L.) ♀ legten im Alter von einem Jahre Eier von seltsamer Beschaffenheit. Sie waren etwa halb so gross und halb so schwer — 45 g im Mittel — wie ein normales Türkenenten- oder Hausenten-Ei. Alle Teile, Kalkschale, Eiweisshülle, Hagelschnüre, Dotter, Hahnentritt waren normal, aber etwa im richtigen Verhältnis verkleinert ausgebildet. Auf eine mikroskopische Untersuchung der Keimscheibe wurde verzichtet. Es erschien wichtiger, bei der immerhin geringen Zahl von Eiern auf das Genaueste zu prüfen, ob nicht doch vielleicht das eine oder das andere von ihnen einen Embryo erzeugen würde. An der Fertilität der Stockerpel und Türkenerpel, die zur Befruchtung verwandt wurden, war kein Zweifel. Trotzdem entwickelte auch nicht ein einziges dieser Zwergeier einen Embryo. Eine dieser Mischlingsenten (25) begann in der Brutzeit 1906 normal grosse, normal gestaltete Eier zu legen. Die sichere Erwartung, dass es sich hier um ein fertiles Gelege handeln würde, wurde durch den Versuch ebenfalls zu Schanden. Die Untersuchung ergab, dass es Doppeldotter waren, die den Grössenunterschied hervorgerufen hatten.

Die Verschiedenheit dieser beiden reziproken Mischlingsformen, der Türken- × Hausente und der Haus- × Türkenente, sinkt durch die Erkenntnis der völligen Sterilität der Geschlechtsprodukte bei beiden Formen zum Range eines nur gradweisen Unterschiedes herab. Der erste Augenschein stellt allerdings das Fehlen jeglicher Eiproduktion und Ablage von nahezu regelrecht

aussehenden Eiern in einen recht scharfen Gegensatz. Da indes auch die abgelegten Ovula nicht entwicklungsfähig sind, so beschränkt sich letzten Endes der Unterschied auf eine Wachstums- und Ausscheidungsdifferenz, wie später noch zu zeigen sein wird.

Die geschlechtliche Indolenz der Mischlingsweibchen dieser zweiten Gruppe drückt sich alsbald und sehr häufig auch in der Erscheinung der Tiere aus. Sie werden schon frühzeitig, schon im zweiten Lebensjahre, zum grossen Teil erpelfiedrig. Diese Umwandlung bei der zweiten Mauser geht so weit, dass Stücke nicht selten infolge falscher Geschlechtsbestimmung irrtümlich eingefangen werden. Wenn im Protokoll des ersten Jahres auch noch so genau notiert wird, dass von einer bestimmten Mischlingsform z. B. drei Männchen und drei Weibchen — 3,3 in der Sprache der Züchter — bis zur nächsten Brunstzeit leben bleiben sollen, so findet man nach der Mauser zu seinem Erstaunen 5,1 oder 4,2 auf dem Teiche und ist ohne weitere Untersuchung der Geschlechtsorgane gar nicht in der Lage, das arrhenoide Weibchen (Brandt, 1889) von den Männchen zu unterscheiden. Es ist im Laufe der Jahre sehr häufig geschehen, dass ein „Erpel" geschossen und seziert wurde, der sich dabei als Weibchen erwies. Auffallend und noch recht rätselhaft ist die grosse und allgemeine Ungleichmässigkeit des Eintritts dieser Versionen. Die näheren Bedingungen, ihre funktionelle Abhängigkeit sind ihrem Ausmaße nach noch recht dunkel (1909).

5. Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane bei Mischlingen.

Vorweg mag hier bemerkt sein, dass an den zahlreichen weiblichen Mischlingen, die für diese Untersuchungen zur Bearbeitung vorlagen, Anomalien im Bau der subsidiären Geschlechtscharaktere (1909, S. 348) verhältnismässig sehr selten zur Beobachtung kamen, obgleich auf ihr Vorkommen jedesmal mit peinlicher Sorgfalt gefahndet wurde. Cystenbildung am Legeschlauch und ähnliche Abweichungen kamen wohl ein oder das andere Mal zur Beobachtung. Solcherlei Vorkommnisse entbehren eines tieferen Interesses, da sie die generellen, zwangsläufig bei Mischlingsbildung eintretenden Störungen in keiner Weise bedingungsmässig zu erklären vermögen.

Die essentialen oder germinalen Sexualcharaktere beanspruchen hingegen ein grösseres Interesse. Sie liefern für das Verständnis aller Erscheinungen in so hinreichendem Maße die nötigen Anhaltspunkte, dass jede weitere Untersuchung nur an ihr Verhalten sich knüpfen darf.

Schon die makroskopische Erscheinung lehrt aufs allerdeutlichste die Unterschiede und Wesenseigentümlichkeiten der beiden Mischlingsgruppen erkennen und unterscheiden.

Zur ersten Gruppe gehören aus der Subfamilie der Anatinen oder Schwimmenten die Bahama- × brasilianische Krickente (III), die Schnatter- × Spiessente (V), die Pfeif- × Schnatterente (VI), die Brandente × Nilgans (VII), die Brandente × australische Kasarka (VIII), das Mischlingsweibchen von Graukopfgans und schwarzer Kasarkaente (IX), aus der Subfamilie der Fuligulinen oder Tauchenten die Tafel- × Kolbenente (X), ferner die Mischlingshennen der Finken-Kanarien (67), des Sonnerat- × Bankivahuhnes (65), das Weibchen von Turtel- × Lachtaube (66).

Ihr gemeinsames Kennzeichen ist, mögen sie nun im Leben sich fortgepflanzt haben oder nicht, mögen sie zur Winterzeit oder in der Brunst zur Untersuchung gekommen sein, dass die Eierstöcke von der jeweils sinngemäss vergleichbaren Norm kaum zu unterscheiden sind. Diese Mischlingsovarien bilden schöne grosse Eiertrauben, Calyces und Corpora lutea in allen durch den Funktionsstand bedingten Stadien genau so regelrecht aus, wie die normalen. Selbstverständlich kann man nicht von einer Mischlingsente, die aus irgend einem Grunde nicht gelegt hat, Calyces verlangen. Die Beurteilung darf als Maßstab immer nur die Charaktere benutzen, wie sie ein Reinzuchtvergleich unter den gleichen Lebensumständen darbietet oder darbieten würde. Es dürfte dieser Hinweis für eine kritische Durchmusterung der im Verzeichnis der Mischlinge S. 66 gegebenen Daten nicht unwichtig sein.

Die zweite Gruppe von Mischlingsenten, zu der alle übrigen in dieser Untersuchung verwandten Formen gehören, die Gruppe der Fortpflanzungsunfähigen, lässt einen weiten Schwankungsspielraum in dem Zustande des Ovariums erkennen. Ohne weiteres kann man zugeben, dass auch ein obligatorisch steriles Mischlingsweibchen sich makroskopisch von ihren normalen Verwandten nicht so wesentlich zu unterscheiden braucht. An

der Spitze stehen hier die Anas- × Cairinaenten, die legefähig sind, und in deren Ovarium oft recht grosse, gut ausgebildete Dotter vorkommen und naturgemäss auch vorkommen müssen.

Von dieser besten, scheinbar recht normalen Ausstattung mit Eiermaterial führt nun eine ganz allmähliche Stufenfolge herunter zu den grössten und stärksten überhaupt erdenkbaren Entartungsgraden.

Zur Erläuterung diene hier wiederum die Kreuzung der Türken- × Stockente, von deren verschieden ausgestalteten Eierstöcken die Abb. 2, 3, 4, Taf. V, in gleicher Vergrösserung gezeichnete Darstellungen wiedergeben. Als Vergleichsobjekt, ebenfalls in der gleichen Vergrösserung, ist in Abb. 1, Taf. V, ein Wintereierstock einer normalen Stockente gezeichnet.

Abb. 2 stellt das am wenigsten entartete Ovarium dar, das bisher bei diesen Mischlingen überhaupt zur Beobachtung kam. Von den grossen, kugeligen Dottern der mächtigen Eierstockstraube eines legenden Entenweibchens ganz zu schweigen: auch mit dem Wintereierstock der Norm kann das zwar grössere, aber durchaus anormale Mischlingsovar keinen Vergleich aushalten. Keine schönkugeligen, wenn auch kleinen Eier, sondern flache, platte, durch rissige Spalten gegeneinander abgeklüftete Vorsprünge bilden die Vorderfläche, die sonst ein Sitz regster Eientwicklung zu sein pflegt. Bei der gleichen Kreuzung begegnet man aber in anderen Eierstöcken noch weit hochgradigeren Entartungen. Davon geben Abb. 3 und 4 Beispiele. Die Prominenzen, die bei jenem Exemplar wenigstens noch in recht reichhaltiger Anzahl vorhanden waren, erscheinen an Menge verringert, und zwar trotz der Hochbrunst im Frühjahr, nicht etwa zur winterlichen Ruhezeit. Der ganze Eierstock erscheint kleiner und glatter. Das Maximum der Degeneration erreicht aber das Ovarium der Abb. 4, Taf. V. Hier ist auch keine Spur von Eiern oder Vorsprüngen mehr zu sehen, die das Ansetzen der Eier an der Oberfläche in der Zona parenchymatosa (Waldeyer, 1870) bedingt. Eine glatte, leicht körnige Fläche liegt vor uns: ein Organ, das nur mit allergrössten Schwierigkeiten überhaupt gefunden und als Ovarium erkannt werden kann.

Auch in der Farbe weichen die degenerierten Ovarien von der Norm ab. Die besterhaltenen sind weisslich gelb, die Höckerchen der Oberfläche als hellere Bläschen erkennbar. Die

anderen sind braungelb, noch mit lichtgelben Punkten besetzt. Die Formen der Abb. 4 erscheinen endlich als leberbraune Läppchen von dunkler, in keiner Beziehung mehr eierstocksähnlicher Farbe, wie sie auch das Ovarium der am allerhöchsten durch Altersatrophie veränderten Ente niemals aufweist. Diese abweichende Färbung erschwert Auffinden und Erkennung dieser Entartungs-Ovarien ungemein.

Bei den übrigen Kreuzungen aus dieser Gruppe kommen gleichfalls alle die Grade der Rückbildung zur Beobachtung, die zwischen die beiden genauer geschilderten Grenzfälle, das Ovar der legenden Anas- × Cairina-Hybriden einerseits und die am weitesten degenerierten Cairina- × Anas-Ovarien fallen. Nur treten noch unangenehme Verwicklungen durch die geringe Grösse der Organe bei den kleinen Entenformen hinzu. Das Ovarium der Pfeif- und Brautente ist überhaupt nur noch als braunes Schleierstreifchen am oberen linken Nierenpol zu sehen und zweimal, bei zwei Exemplaren der Tafel- × Brautente, ist es mir trotz der langen Übung doch nicht gelungen, makroskopisch die Eierstöcke aufzufinden.

Für alle diese verschiedenen Erscheinungsformen muss die histio-cytologische Untersuchung die näheren Bedingungen ihres Eintretens erhellen.

6. Histiologie des Eierstocks der ersten Mischlings-Gruppe.

Die mikroskopische Untersuchung der Eierstöcke vermag in ausgesprochenen klaren Fällen zumal im Verein mit der physiologischen Beobachtung des Fortpflanzungsgeschäftes für eine grosse Anzahl von Fällen die Frage zu entscheiden, ob das betreffende Weibchen in die erste Gruppe von Mischlingen hinein gehört. Immerhin bleiben bei der Häufigkeit von Störungen in der Physiologie der Eiablage, besonders in der Gefangenschaft, und ganz ausgesprochen bei exotischen Arten, die unter dem Fehlen der heimischen Umweltbedingungen doch mehr oder weniger leiden, Mischlinge in hinreichender Zahl übrig, die man sich, nur auf die äussere Betrachtung hin, aus dem ersten Typus auszuscheiden nicht leicht entschliesst. Wertvolle Hinweise kann unter Umständen die Beobachtung und der Vergleich einer grösseren Anzahl von Exemplaren liefern.

Die histiologische Untersuchung erweist aber auch in den Fällen, die nur in einem Stück zur Beobachtung kamen, als entscheidendes Merkmal für die Zugehörigkeit zur ersten Gruppe den Besitz von zahlreichen, kleinen Eifollikeln bis zu etwa 50 μ Durchmesser nach. Ein Blick auf den mikroskopischen Durchschnitt des Eierstocks vom Mischling der Lach- × Turteltaube (Abb. 12, Taf. VI), der Stieglitzkanarienhenne (Abb. 14, Taf. VI), der Sonnerat- × Bankivahenne (Abb. 13, Taf. VI), der Mischlingsweibchen von Branderpel und Nilgans (Abb. 11, Taf. VI), von Branderpel und australischer Kasarkaente (Abb. 9, Taf. VI), von Graukopfgansert und schwarzer Kasarkaente (Abb. 10, Taf. VI) genügt, um überall das Vorkommen der kleinen Vorratseier (ve) erkennen zu lassen. Auch das physiologisch sterile, äusserlich verhältnismässig schlecht entwickelte Ovarium einer Pfeif- × Spiessente (108) enthält in regelrechter Anordnung und Ausbildung diesen Reservesatz von jungen Eielementen, der aus dem normalen Bilde des Vogelovars so charakteristisch bekannt ist. Das stimmt zur physiologischen Erfahrung bei anderen Stücken der gleichen Kreuzung, die befruchtete Eier ablegen und die mithin, zwar mit verminderter Fruchtbarkeit, aber doch einwandsfrei, als fortpflanzungsfähig zu gelten haben.

Nicht bei allen Hybriden der ersten Gruppe ist die Eireserve in gleichem Grade gut entwickelt, die Bahama- : brasilianische Krickente verfügt nur über eine deutlich verringerte Zahl solcher Reserveelemente. Diese Tatsache ist schwer richtig zu beurteilen und zu deuten, da man sich nicht leicht entschliesst, die für Zwecke der Kontrolle die kostbaren Stammformen systematisch hinzuopfern.

Eine eingehendere Beschreibung der Ovarien der ersten Gruppe erübrigt sich; es hiesse das nur die Schilderung eines normalen Enteneierstocks zu wiederholen, selbstverständlich nur in den wesentlichen Punkten seines Aufbaues.

Mit aller Vorsicht und unter Vorbehalt ist auch der Eierstock des neugeborenen Affenmischlings Macacus lasiotis × M. rhesus als ein Ovarium der ersten Gruppe aufzuführen. Physiologische Erfahrungen über die Fertilität dieser Mischlingsform fehlen. Nach der systematischen Stellung, der Ethologie zu urteilen, sollte von vornherein Fortpflanzungsfähigkeit zu

erwarten sein. Das Ovarium gleicht in der Tat dem normalen Säugeeierstock kurz nach der Geburt. Eine Unzahl Primärfollikel, eine geringe Zahl grösserer Bläschen, ganz charakteristisch zentralwärts nach dem Marke zu gelagert, bilden das Parenchym dieser einzigen Affenmischlings-Keimdrüse, die bisher untersucht wurde.

7. Allgemeines zur Histiologie des Eierstocks der zweiten Mischlingsgruppe.

In all den vielfältigen Erscheinungsformen, die makroskopisch und histiologisch an den Eierstöcken der Mischlinge sich verwirklichen, unter allen den so unendlich schwankenden physiologischen Äusserungen des Zeugungsgeschäftes bei den weiblichen Hybriden tritt als einziges, aber durchgehendes, charakteristisches Kennzeichen aller Ovarien obligatorisch steriler Mischlingsweibchen eine Eigentümlichkeit hervor: das Fehlen der kleinen Reservefollikel beim ausgewachsenen Tier.

Diese eigenartige Erscheinung ist so deutlich ausgesprochen, dass meist ein Blick zur Erkennung und Unterscheidung der Ovarien beider Kategorieen hinreicht. Die näheren Entstehungsbedingungen dieser Störung — das muss hier gleich zu Anfang der Darstellung bemerkt und betont werden — sind vollkommen unbekannt und scheinen vorerst auch unverständlich. Es ist nicht einzusehen, dass nicht auch vermittelnde Formen diese Gegensätze sollten überbrücken können. Ausschliessliche Gegensätzlichkeit ist so ungemein selten, zumal beim biologischen Experiment, dass sie zumeist am besten als vorgetäuscht durch Lückenhaftigkeit der Beobachtungen einigermassen verständlich wird.

Solche Übergangsformen müssen sich finden lassen, z. B. wenn in einzelnen Fällen einige wenige Eier, statt mit ihren Schwesterfollikeln in gleichem Schritte zu wachsen, aus unbekannten Ursachen in ihrer Entwicklung gehemmt werden: denn die vorhandenen grossen Eier müssen doch einmal klein gewesen sein.

Solche Überlegungen tun dem groben und deutlichen Unterschiede, der Follikelverarmung der zweiten Gruppe gegenüber der ersten Kategorie von Mischlingsovarien keinen Eintrag. Es handelt sich, wenigstens soweit bis jetzt die Untersuchungen reichen, nicht um Mangel oder Vorkommen

vereinzelter kleiner Follikel, sondern um Anwesenheit oder Fehlen des gesamten Bestandes an solchen Eistadien: das ist der deutliche und durchgreifende Unterschied.

Die Mischlinge dieser Gruppe verteilen sich mit aller wünschenswerten Deutlichkeit in drei grundverschiedene Typen.

Zu dem ersten gehören die Hybriden von Türkenente und Hausente beider Kreuzungsrichtungen (I und II). Ferner die Braut- × Peposakaente (XI), die Kolben- × Fleckschnabelente (XII), die Tafel- × Brautente (XIII), die Peposaka- × Spiessente (XIV), die Kolben- × Spiessente (XV).

Den zweiten und dritten Typus liefern bisher ausschliesslich Pfeifenten-Mischlinge.

Dem zweiten Typus folgen die Chilipfeif- × südamerikanische Spiessente (XVI), die Chilipfeif- × Zwergente (XVII) sowie die Reiher- × Pfeifente (XVIII).

Der dritte Typus ist einzig und allein durch den Mischling von Pfeif- × Brautente (XIX) vertreten.

8. Histiologie des Mischlings-Eierstocks vom Typus I.

Die Grundlage der Untersuchung und der Versuche bilden die Mischlinge von Türkenente und Hausente. Die Objekte standen dank der tatkräftigen und freundlichen Unterstützung von Herrn Dr. Heinroth in hinreichender Anzahl zur Verfügung und das Kontrollmaterial an Stammformen ist ohne grosse Opfer an kostbaren Tieren zu erlangen.

Bei der Übersicht der verschiedenen Eierstöcke stellt sich ein buntes und kaum zu ordnendes Vielerlei von Bildern und Einzelheiten dar. Es muss gleich eingangs hervorgehoben werden, dass man bei biologischen Kreuzungsversuchen im Endergebnis keine Reihe erwarten darf, die sich in ihrer funktionellen Abhängigkeit ohne weiteres deuten liesse. Dazu sind die Bestimmungsfaktoren zu mannigfaltig und die Bedingungen zu verwickelt. Als eine der wichtigsten von den unabhängigen veränderlichen Grössen, die das Schicksal des Eierstocks beherrschen, hat sich die Zeit, das Lebensalter herausgestellt. Doch bestimmt sie sicher nicht allein den Ablauf der Ereignisse, sondern waltet in Verbindung mit noch unbekannten Variablen

über den Geschehnissen, gewiss z. B. auch im Verein mit der noch völlig unklaren Neigung zu frühzeitiger Hahnenfedrigkeit.

Die ausgewachsene, etwa $^3/_4$ Jahre alte Mischlingsente (15, 48), besitzt ein Ovarium von dem Aufbau, wie ihn Abb. 15, Taf. VI, zeigt. Das ganze Organ macht den Eindruck erheblicher Rückbildung. Das drückt sich schon in der recht geringen Grösse und in der sehr stark herabgesetzten Anzahl der Follikel aus, wie ein Blick auf einen normalen Eierstock gleichen oder selbst weit geringeren Alters lehrt. Die Parenchymzone ist auf einen verhältnismässig schmalen Saum eingeengt. Der Stützanteil mit Blutgefäss- und Lymphapparat nimmt einen weit beträchtlicheren Raum des Organes ein, als er ihm nach den Ausmessungen der Norm zukommt.

Die allein vorhandenen grossen Follikel in ihrer recht verminderten Anzahl sind alle umgeben von einer sehr mächtigen Theka, die die Maße der inneren Follikelhaut selbst bei vielen Hausenteneiern an Dicke wesentlich übertrifft, von der weit schmächtigeren Cairina-Theka ganz zu schweigen. Bei Follikeldurchmessern von 385, 400, 462 μ sind Wandstärken von 46—60 μ das gewöhnliche. Wie es auch in der normalen Keimdrüse die Regel ist, sind die Gewebeschalen der Theka nicht an allen Stellen gleichmässig dick, und die Zahlen geben daher naturgemäss nur ungenaue Vorstellungen von dem Gesamtverhalten der Zellenhülle. An einer Stelle, dem bekannten Stigma, gemeinhin an der hervorragendsten Stelle des Follikels gelegen, erscheint die Thekaschicht sogar aufs äusserste verdünnt.

Um Wiederholungen zu vermeiden, sei hier im voraus bemerkt, dass diese Eigentümlichkeit der verstärkten Thekazellenlage fast ausnahmslos bei den Mischlingsfollikeln wiederkehrt. Immer wuchert die innere Follikelhaut zu mächtigeren Schalen, als es je bei normalen Reinzucht-Eierstöcken der Fall ist. Das gilt in gleichem Maße für die Mischlinge von Anas × Cairina, wie von Cairina × Anas, mögen sich diese beiden Formen sonst auch noch so beträchtlich in ihrem biologischen und histiologischen Verhalten voneinander unterscheiden. Einige Zahlenangaben mögen diese Beziehungen erläutern; sie sind nicht mit besonderem Augenmerk ausgewählt, sondern aus den Befunden ohne Auswahl herausgegriffen. Einige Zahlen der Stammform-Ovarien sind beigefügt.

$\frac{\text{Follikel-}}{\text{Theka-}}$ Durchmesser in μ bei:

1. Cairina:	2. Cairina × Anas:		3. Anas × Cairina:		4. Anas:
$\frac{908}{23}$	$\frac{385}{46-60}$	(21)	$\frac{231}{54}$	(50)	$\frac{385}{46-77}$
$\frac{1052 \times 785}{31}$	$\frac{400}{46}$	(15)	$\frac{308}{46}$	(50)	$\frac{600}{77}$
$\frac{1700}{46}$	$\frac{400}{61}$	(28)	$\frac{570}{62}$	(50)	$\frac{601}{92}$
	$\frac{462}{46}$	(15)	$\frac{677}{62}$	(50)	$\frac{739}{61}$
	$\frac{485}{77}$	(21)	$\frac{937}{77}$	(50)	$\frac{816}{46}$
	$\frac{500}{31}$	(21)	$\frac{1000}{46}$	(50)	$\frac{845}{50}$
	$\frac{600}{70}$	(21)	$\frac{1100}{77}$	(50)	$\frac{843 \times 647}{40}$
	$\frac{1786 \times 1463}{15-20}$	(28)	$\frac{1324}{77}$	(50)	$\frac{1100}{30-40}$
			$\frac{1600}{40}$	(50)	$\frac{1570 \times 1386}{62 \text{ (Maximum)}}$

Diese kurze Tabelle gibt zugleich in ihren schwankenden Werten eine Anschauung über die Unregelmässigkeit dieser Erscheinungen. Jedenfalls aber verleiht die Stärke der inneren Follikelhaut dem mikroskopischen Bilde der Mischlingskeimdrüse im Gegensatz zu dem der Norm ein recht charakteristisches Aussehen. Nicht selten hat man Gelegenheit, auch recht gute Intermediär-Ziffern zu beobachten (Taf. VII, Abb. 24, 25, 26). Über die Bedeutung oder Deutung dieser Wucherung der Theka wird im Zusammenhange mit dem übrigen Verhalten der Stützeinrichtungen zu sprechen sein.

Eingehendere Betrachtung bringt an den Follikeln selbst eine Reihe recht abweichender Einzelheiten zur Anschauung. Dahin gehören wolkige Trübungen des Follikelinhalts (Abb. 15, Taf. V, g), Veränderungen des Follikelepithels, z. B. die auf dieser Abbildung am zweiten Follikel von oben links recht deutliche Einlagerung zwiebelartig geschichteter rundlicher Stützgewebsstränge (be), die von der bindegewebigen Umhüllung abstammen und in die Granulosa eingewuchert sind (siehe auch Abb. 17, Taf. VI).

Alle diese Zeichen verraten, dass diese Follikel kein normales natürliches Ende erwartet. In der Tat scheinen sie allesamt atretisch zugrunde zu gehen. Schon dieses junge Stadium zeigt

auf der rechten Seite des Ovarialschnittes eine der buckelförmigen Erhebungen, wie sie gewöhnlich die Eier und Follikel beherbergen, in eine nahezu homogene Zellenmasse umgewandelt, in der man eine Art Orientierung der Zellenzüge auf ein Zentrum feststellen kann (af). Hier im Zentrum liegen kleine Hohlräume unregelmässiger Form, erfüllt von spärlichem geronnenen Inhalte. Bei stärkerer Vergrösserung erweist sich der gesamte Lappen als aufgebaut aus Thekagewebe: es ist das typische Bild einer nahezu vollendeten Atresie. Die Thekaschale ist bei diesem Typus der Eierstocks-Entartung in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle ebenso wie in der Norm allseitig gut begrenzt und von den Nachbareiern mit ihren Zellenhüllen deutlich durch eine bindegewebige Aussenhaut abgeschieden. Nur recht selten wird die Grenze stellenweise einmal undeutlich — doch kommt das gleiche durch enges Zusammendrängen auch in der Keimdrüse der Stammformen vor.

Nicht immer aber gliedert sich das Thekagewebe und das sogenannte interstitielle Gewebe epithelioider Elemente mit ihrem Stützgewebegerüst so deutlich und enge im jugendlichen Ovarium an die Follikel an. Ein Fall wenigstens (48), der, vielleicht als Zeichen seiner Jugend, auch noch einen auffallend schönen und grossen guterhaltenen Urnierenrest beherbergt, zeigt das Eierstocksgewebe mehr gleichmässig zwischen den Follikeln verteilt, die es selbstverständlich ebenso wie die normale Theka einhüllt. Die Grenzen waren nicht abgesetzt, es flossen gewissermassen die einzelnen Theken zu einer mehr gleichmässigen und gleichartigen epithelioiden Grundgewebsmasse zusammen, in die sich die Follikel einbetteten. Diese sind hier in etwas reichlicherer Zahl vorhanden. Trotzdem aber bleiben zwischen den Eiern noch recht ansehnliche Gebiete frei, die nun lediglich von epithelioidem Zwischengewebe eingenommen wurden. Vielleicht kommt für derartige Bilder eine Luteinzellenproduktion von seiten des gewöhnlichen Ovarialstromas mit in Betracht.

In der Vorbereitungszeit für die nächste Brunst, etwa im Januar, wachsen bei einigen, vielleicht bei allen, Haus- × Türkenentenmischlingen einzelne Follikel recht beträchtlich heran. Allerdings, mit den Eierstöcken der Hausenten, die ja sehr viel früher mit dem Legegeschäft beginnen, darf man ihre Abmessungen nicht vergleichen. Immerhin stellt ein Follikel von 1,5 mm Durchmesser für ein steriles Mischlingsovarium um diese Jahres-

zeit schon eine deutliche Wachstumsphase dar (50). Der Kern liegt bereits oft ganz an der Peripherie. Dieser Mischlings-Eierstock ist das beste und bis auf seine Hybrideneigenheiten am meisten regelrecht ausgestattete Organ, das sich überhaupt in der ganzen Reihe aller Mischlinge der zweiten Gruppe findet. Es ist daher nicht überflüssig, hier gelegentlich nochmals darauf hinzuweisen, dass auch hier der Satz der Vorratseier mangelt. Einzelne kleine Follikel sind wohl in der Nähe des Markes entstanden, der kleinste von ihnen misst etwa 70 μ; im übrigen aber sehen die Follikel sowohl nach Wandbeschaffenheit, wie nach ihrem Inhalte, sehen Stützgerüste und alle Hilfsorgane recht normal und in keiner Weise entartet aus. Interstitielles Gewebe aber — und das ist ein wichtiger Charakterzug — bildet nicht nur die kräftigen dicken Theken der Eibläschen, sondern baut als atretisches Gewebe ganze Läppchen und Vorsprünge des Ovariums auf.

Das Bild der Entartung, das man durch ausschliessliche Anwesenheit nicht sehr zahlreicher grosser Eifollikel, umgeben von einer sehr gut ausgebildeten Theka, gekennzeichnet findet, bleibt als solches auch in der Brunst des ersten Jahres der Geschlechtsreife erhalten und überdauert diese Phase des Lebens bis in den zweiten Winter hinein. Mit geringfügigen individuellen Variationen kehrt der Typus der Rückbildung bei anderen Stücken der gleichen Kreuzung wieder (21, 22a, 23). Die kleinen Unterschiede betreffen im wesentlichen den Reichtum an Follikeln, so dass man statt deren 6—10, deren über 20 auf einem Schnitte trifft (21, 22a). Grundlegende Abweichungen lassen sich aber in keiner Weise feststellen.

Diese Gleichartigkeit verdient alle Beachtung von einem Gesichtspunkte aus, der mit der Mischlingsbildung an sich wenig zu tun hat. Mischling 23 und 15 stimmen in den typischen Zügen ihrer Entartung dermassen überein, dass schlechterdings die eine Keimdrüse mit der anderen wohl verwechselt werden könnte. Und doch wichen diese beiden Stöcke in einem sehr wesentlichen und wichtigen Betracht ihrer äusserlichen Erscheinung grundsätzlich voneinander ab. Mischling 23 war als Erpel getötet worden und erst die Sektion brachte sein wahres Geschlecht an den Tag, Mischling 15 aber trug sein charakteristisches Weibchengefieder. Es wird im Zusammenhange auf die Vorkommnisse dieser Art zurückzukommen sein (siehe S. 99, 109).

Während die Ovarien von Anas- × Cairina- und Cairina- × Anasmischlingen ersichtlich im ersten Winter ihres Lebens sich in vielen Hinsichten glichen, macht sich mit aller Deutlichkeit ein seltsamer Unterschied geltend, sobald die Brunstzeit beginnt. Einigen von den Anas- × Cairinahybriden — es ist nicht sicher, ob es bei allen der Fall ist — gelingt es, ihre Follikel normal zu entleeren, regelrechte Calyces und gelbe Körper auszubilden. Die Vereinigung von zahlreichen entleerten Eihöhlen, die zusammen mit dem überaus stark vermehrten Bindegewebe und Muskelgewebe die Hauptmasse des Ovariums ausmachen, mit den spärlichen, in ihre dicken Zellenmäntel eingehüllten Follikeln, die vorzugsweise am Rande des Eierstockes sitzen, gibt dem Brunstovarium der Mischlinge von Hausente × Türkenente ein eigenartiges Gepräge (25). Irgendwelche, irgendwie ansehnliche Mengen interstitiellen epithelioiden Gewebes sind nicht vorhanden: und doch zeigen einzelne versprengte Haufen solcher Elemente auch hier schon klar den Weg, den diese Ovarien in ihrer zukünftigen Entwicklung einschlagen. In der Theka interna ist epithelioides Gewebe reichlich vertreten. Das steht ganz im Einklang mit dem Hergange im normalen Eierstocke: auch hier spielt ohne Eingreifen atretischer Prozesse am Follikel, zumal bei der regelrechten Entleerung in den Eileiter und bei der Calyxbildung das interstitielle Gewebe, wenn überhaupt, so doch sicher keine sehr grosse Rolle. Der Rest des gelben Körpers wird von der sehr charakteristischen, gefältelten Glasmembran dargestellt, die sich in das gewöhnliche Bindegewebestroma des Eierstocks einbettet.

Auch in diesen Ovarien verlassen aber nicht alle Dotter in normaler Weise ihre Bildungsstätte. Schöne Corpora atretica weisen die Stellen auf, wo ungeborstene Follikel eingeschmolzen sind.

Im Leben hatte diese Mischlingsente (25) durch ihre eigenartigen bereits erwähnten (S. 79) Doppeldottereier, die sie in reichlicher Zahl ablegte, die Aufmerksamkeit im besonderen Grade auf sich gelenkt.

Das Vorkommen dieser Anomalie ist von einer ganzen Anzahl von Vögeln bekannt. Man trifft bei Hühnern, Gänsen, Enten, Tauben, auch beim Kanarienvogel einzelne Weibchen, die zur Ablage von Doppeleiern neigen (Immermann, 1899). Meist handelt es sich, wie auch in diesem Falle, um Dotter mit gesonderter Dotterhaut. Besonderheiten am Eierstocke solcher

Hennen scheinen nicht bekannt zu sein. Es kommen allerdings gelegentlich beim Huhn zwei Eier in einem Follikel vor. Bei der Mischlingsente 25 war jedenfalls hiervon nichts zu sehen. Die Entstehung der Anomalie dürfte kaum der Struktur des Ovars, vielleicht eher dem Bau oder der Funktion der Ableitungsapparate zur Last fallen.

Es lässt sich wenigstens einwandsfrei zeigen, dass am Follikularapparat keine Unterschiede zwischen diesem Mischlinge, der Doppeldotter in die Eier einschliesst, und den anderen Haus- × Türkenenten bestehen, die Zwergeier mit einfachem Dotter ablegten (26, 28): keine Unterschiede wenigstens, die auf Anomalien der Eibildung als Ursache jener eigenartigen Abweichung hindeuteten.

Soweit die funktionellen Ähnlichkeiten reichen, stimmen auch die histiologischen Bilder dieser einjährigen Brunstovarien gut zu dem geschilderten Bilde. Calyces, Corpora lutea-Reste, sehr ansehnliche bis zu 4,5 mm grosse Follikel in nicht geringer Zahl, reichliche Entwicklung von Gefässen und glatter Muskulatur in prächtigen dicken Zügen bauen auch hier den Eierstock auf. An der Follikelwand ist mit besonderer Deutlichkeit, an den ja selten im abgebrunsteten Ovar anzutreffenden grösseren Dottern ihr der Norm bis ins einzelne entsprechender Aufbau gut zu verfolgen. Für die Bilder, die Waldeyer (1870) von der Bläschenwand zeichnet, könnten ebensogut, wie ein Hühnerfollikel, auch diese Mischlingseier zur Vorlage gedient haben.

Durchmustert man indessen die Teile der Eierstocksfalte, die ihrem Ansatze an der Körperwand entsprechen, so gewahrt man hier weitgehende Degenerationen. Diese Abschnitte — und sie machen keinen sehr kleinen Teil des Ovariums aus — stellen ein sehr zellenreiches junges Stützgewebe dar, mit zahllosen Cysten und Cystchen darin. Das Gewebe ähnelt dem Gerüste, wie es in der normalen Keimdrüse die jungen und jüngsten Follikel umkleidet (siehe Abb. 6, Taf. V). Die cystische Entartung ist aber ein Zug, der dem Ovar der Stammeltern naturgemäss fehlt: wenigstens dem linken Eierstocke, dem die Funktion der Fortpflanzung zufällt. In den rechten, physiologisch entartenden, wenigstens bei der Ente niemals Eier liefernden Ovarien kommen dagegen, wie später gezeigt werden soll, ganz ähnliche Bilder zur Beobachtung.

Diese Geschehnisse zur Brunstzeit, wie sie sich physiologisch und in dem geschilderten Aufbau auch histiologisch bei Anas- × Cairinahybriden kennzeichnen, fehlen dem Cairina- × Anas-ovarium vollkommen. Das ist der auffallende und seltsame Unterschied, der diese beiden reziproken Mischlinge recht scharf voneinander trennt.

Für die Haus- × Türkenenten würde es nicht einmal wundernehmen, wenn bei reichlich vorhandenem Follikelmaterial ein solches Weibchen unter Umständen auch noch in einem der nächsten Lebensjahre zur Eiablage schreiten würde. Eine grundsätzliche Änderung der Verhältnisse ist nicht zu erwarten. Das mitten in der Brunst getötete Entenweibchen 56 birgt z. B. noch so viele Follikel, dass auch bei grossen Gelegen kaum alle Eier aufgebraucht worden sein dürften. Bei den Türken- × Hausenten verfallen schon in der ersten Brunstperiode ihres Lebens alle oder wenigstens sehr wahrscheinlich alle Eier der endgültigen Entartung ohne Bersten des Eitäschchens.

Dieser Vorgang führt letzten Endes zu den allerseltsamsten histiologischen Bildern, in denen niemand, der nicht den Entwicklungsgang zu verfolgen in der Lage war, auch nur im entferntesten Anklänge an die Struktur des Eierstocks würde finden können. Keine Einzelheit, weder im gröberen noch im feineren Aufbau stimmt mehr zu dem Wesen der weiblichen Keimdrüse im allgemeinen, noch zu dem des Vogelovariums im besonderen: genau ebenso, wie keiner, auch der schärfste Beobachter nicht in dem leberbraunen Gewebeläppchen des makroskopischen Bildes den Eierstock würde vermuten können, wenn nicht seine Lage diesen Verdacht wachriefe.

Trotzdem lässt sich einwandfrei der schlüssige Beweis führen, dass dieser absonderliche Körper der Überrest des Eierstocks ist. Auf Abb. 10, Taf. 1—2 der vierten Mischlingsstudie (1910) ist ein Schnitt durch die Keimdrüse des Mischlings 4 dargestellt, der noch ein deutliches Ei enthält. Abb. 6, Taf. VI der vorliegenden Arbeit gibt einen der Nachbarschnitte durch dasselbe Organ desselben Bastards wieder, einen Schnitt ohne das einzige grosse Ei, das dieser „Eierstock“ noch birgt. Der Vergleich dieser Bilder, die Betrachtung besonders der Abb. 6 macht jede weitere Besprechung der eingangs erwähnten Eigenart dieser Ovarien überflüssig.

Von einigem Interesse ist es, dass mitten in dem intervitiellen Gewebe noch ein erhaltener Primärfollikel zu finden war (Abb. 23, Taf. VII).

Ersichtlich erreicht gerade dieser Mischling aus einem nicht schärfer zu erfassenden Grunde schon sehr frühzeitig, im ersten Lebensjahre, einen ungewöhnlich hohen Grad der Entartung. Allerdings wurde er im Juni getötet, also ausgangs der Brutzeit, wenigstens für die eine seiner Stammformen, für Anas, während die Türkenenten noch später im Sommer, bis in den Juli hinein zu brüten pflegen. Es möchte aber unvorsichtig scheinen, ohne nähere Erfahrungen, allein auf diesen einen Monat Zeitunterschied die Differenzen zurückzuführen, die sich beim Vergleiche mit Mai-Ovarien bei anderen Exemplaren ergeben.

Bei diesen (30, 31) steckt die Keimdrüse noch voll zahlreicher Follikel, die sich indessen recht unregelmässig im Organ verteilen. Einige Abschnitte enthalten deren noch eine ganze Anzahl, anderen mangeln sie vollständig.

Von diesen Follikeln sehen die einen noch leidlich normal aus. Ihre Dimensionen sind für Cairina- × Anashybriden nicht unbeträchtlich: 1,0—1,7 mm im Durchmesser. Sie haben sich mit einer sehr schönen, sehr kräftigen Theka umgeben, von etwa 60 μ Wandstärke. Die Kerne der Eier gleichen im ganzen dem normalen Bilde. Andere Follikel aber — und das ist doch entschieden die Mehrzahl — sind statt von dem klaren gleichmässigen feinkörnigen Dotterinhalte von wolkig-trüben unregelmässigen Massen erfüllt (Abb. 21, Taf. VII). Die Kerne sind zuweilen von überraschender Grösse (Abb. 21) oder auch gar nicht, oder endlich nur noch in zerfallenden Resten erkennbar. Statt ihrer schwimmen dann in dem wahrscheinlich sehr dünnflüssigen Inhalte Zellen und Zellengruppen herum. Viele der Bläschen sind im Zusammenfallen begriffen, andere sind schon zu ganz unscheinbaren Hohlräumchen mit unregelmässigem Umfange eingeschrumpft, die aber immer noch Flüssigkeit und Zellen gleicher Art führen: radiär streben auf diese Follikelreste schöne deutliche Gewebebalken interstitieller Zellen, die typische Theka atretischer Bläschen zu, so dass deren Bild oft an ein Leberläppchen gemahnt. Das Lumen der Vena centralis würde dabei vom Rest der Lichtung des einstigen Follikels vertreten. An anderen Stellen verrät nur noch die undeutlich radiäre Orientierung der Zellstränge eine Spur von

stärkerem Stützgewebe im Zentrum, dass hier ein Follikel artretisch zugrunde ging. Ob nun alle die ausserordentlich zahlreichen kleinen und grösseren, unregelmässig eingebuchteten, spaltenförmigen, gekammerten, zuweilen auch rundlichen Hohlräume auf ehemalige Eier zu beziehen sind, kann man nicht entscheiden. Ein Epithel an ihrer Innenfläche führen sie nicht, zuweilen glaubt man hin und wieder einen undeutlichen, unvollkommenen Endothelbelag wahrzunehmen.

Die Cystchen und Cysten betten sich nun in genau das gleiche interstitielle Gewebe ein, das in Zügen und Balken, aber ohne radiäre Orientierung im allgemeinen von der Aussenfläche des Eierstocks zur Basisplatte streichend, die Hauptmasse, das eigentliche Parenchym, dieser ihres Follikularparenchyms beraubten Ovarien darstellt. In ihren cytologischen Eigenschaften und in ihrer histiologischen Anordnung entsprechen diese epithelioiden Zellen so genau dem Thekagewebe, dass an ihrer Identität kein Zweifel aufkommen kann. Am Osmiumpräparat kann man sich auch von dem ganz staubförmig feinen Lipoidgehalt der Elemente einwandsfrei überzeugen.

Das gesamte Organ ist durch den Schwund der Eier — man kann sich davon namentlich an den Stellen überzeugen, wo solche ganz fehlen — in seinen Abmessungen stark rückgebildet, etwa 2 mm dick. Seine tiefgekerbte Oberfläche, die ein schönes kubisches „Keimepithel" trägt, verrät durch ihre zierlichen Vorsprünge noch die Stellen, wo sich ehedem in dem Parenchym Follikel und Eier angelegt hatten.

Dieses interstitielle Gewebe baut für sich allein das gesamte Ovarium des Mischlings Nr. 4 auf, wie aus der Abb. 16, Taf VI ersichtlich ist. Trotz seiner Jugend müssen hier die Follikel schon lange bis auf den angegebenen, so sehr minimalen Rest, geschwunden sein: denn die Oberfläche des Organes ist ganz glatt und eben. Auch nur wenige Cystenbildungen (cy) verraten noch die Umformungen, die sich hier ehemals abgespielt haben. Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, dass sich dieses Degenerationsbild an die gleichmässige, nicht thekaförmig örtlich begrenzte Ordnung interstitieller Elemente anschliesst, wie sie im jugendlichen Stadium von Mischling 48 oben (S. 89) erwähnt wurde. Genaues und Abschliessendes ist mangels eingehender Erfahrungen nicht zu sagen.

Von grossem Interesse erscheint es, darauf hinzuweisen, dass bei diesem Mischling das rechte Ovarium als Restgebilde genau den gleichen Entartungsweg eingeschlagen hat, wie das linke. Neben dem schönen, deutlichen, rechtsseitigen Urnierenrudiment (rp) liegt eine recht ansehnliche Bildung gleicher Formation (ro), mit dem Parovarium zusammen in eine Kapsel eingehüllt. Nur Cystchen sind bedeutend weniger in ihm zu finden, als in dem linken Schwesterorgan. Von Follikeln oder Eiresten enthält es selbstverständlich keinerlei Spur.

Wenn man für die legenden Anas- × Cairina-Enten annehmen konnte, dass sich noch vielleicht einige Follikel in die Brunstperiode des zweiten Lebensjahres hinüberretten, um dann weiter zu wachsen und ihre Höhlen zu verlassen, so erscheint eine solche Annahme für weibliche Türken- × Hausenten-Hybriden nahezu ausgeschlossen. Das äusserste, was dieses entartende Organ noch zu leisten imstande sein dürfte, ist eine Art stationären Verharrens auf der Degenerationsstufe des Sommers bis in den Winter des zweiten und dritten Lebensjahres hinein. Wenigstens findet man bei einem Mischlinge (Nr. 20) dieses Alters trotz andersartiger, weitgehender Veränderungen des Eierstocks noch immer einige Follikel vor: allerdings sind diese Eitäschchen durchweg in schwerer Entartung begriffen. Bindegewebe aus der Theka interna dringt mitten in die Granulosa hinein und bildet dort mitten im Follikelepithel mehrere kleine rundliche, zuweilen deutlich geschichtete Gewebeperlen, wie sie auf Abb. 17, Tafel VI von Mischling 15 dargestellt und auf Seite 88 erwähnt sind. In andere Eier sind zahlreiche kleine Rundzellen eingewandert, ein von der Entartung des Säugerfollikels wohl bekanntes Geschehen, und verbreiten sich im veränderten Dotter. An einigen Stellen sieht man sie förmlich, der Gestalt eines kleinen Springbrunnens vergleichbar, aus der Theka heraus durch das Epithel des Graafschen Bläschens hindurchbrechen (Abb. 18, Taf. VII). Die Kerne solcher Follikel sind bereits aufgelöst oder im Verfall begriffen. In anderen sind sie mit ihren durch die Kernfarbstoffe gut darstellbaren Gerüstschlingen, wie sie Holl (1890, Abb. 6) vom reifenden Hühnerei abbildet, noch wohl erkennbar erhalten. Holls Zeichnung entstammt einem etwa 300 × 200 μ grossen Eibläschen; diese Angabe stimmt mit den im Entenovar gefundenen Ab-

messungen (300 μ) gut überein. Nur ist der Kern zuweilen sehr deutlich vergrössert und erreicht Durchmesser von 92 μ.

Die Theka der noch leidlich erhaltenen Follikel ist im ganzen gut abgesetzt, und grosse Abschnitte des Eierstockes, die sich ganz allein aus interstitialem Gewebe aufbauen (vgl. Abb. 19, Taf. VII) erscheinen nur wenig gegen die follikellosen Abschnitte der jungen Ovarien verändert. Das bindegewebige Stützgerüst aber ist an vielen Stellen schwer und eigenartig umgewandelt. Reichliche Rundzellenhaufen (Abb. 19, Taf. VII, lyf) lagern in zentralen und peripherischen Gegenden des Organes, das auch im ganzen stark hyperämisch aussieht. An einigen Stellen macht sich sogar der Eindruck geltend, als ob interstitielle Blutungen das Gewebe durchsetzten. Schnitte solcher Teile des Eierstockes erinnern täuschend geradezu an das Bild einer Lymphdrüse, wie dies schon früher (1906, S. 6) gelegentlich angegeben wurde. Ein recht seltsames, aber wohl nicht zufälliges Zusammentreffen ist es, dass sich in dem kleinen rechtsseitigen Ovarialparenchymrest, der sich in der Nähe des Parovariums erhalten hat (Abb. 20, Taf. VII), wiederum aufs genaueste das gleiche histiologische Bild zeigt.

Das Ovarium ist im ganzen im Vergleich zu seinen nicht so tiefgreifend veränderten Gegenstücken weder verkleinert, noch vergrössert. Seine Oberfläche ist ziemlich eben, doch an einigen Stellen ausgesprochen gelappt. Man könnte geradezu versucht sein, diese ganzen Erscheinungen auf eine pathologische Entartung, auf eine Eierstocksentzündung zurückzuführen, die sich der rein biologischen Degeneration als Mischlingsorgan zugesellt habe. Oophoritis ist beim Hausgeflügel nicht so selten, zu dem genau pathologisch anatomisch analysierten Krankheitsbilde beim menschlichen Ovarium will aber die ganze Erscheinungsform nicht recht passen. Es fehlt die für den entzündlichen Prozess charakteristische Schwellung; vor allem wäre es auffallend, dass die Erkrankung ganz isoliert den linken Eierstock und den kleinen, dicht in der Nachbarschaft gelegenen rechten Ovarialrest sollte ergriffen haben, ohne Reaktionen in der Umgebung in den zwischenliegenden Gewebeabschnitten zu veranlassen. Alle diese Teile sind, wie die anliegenden Organe, ganz normal.

Überdies finden sich alle die hier beschriebenen Erscheinungen in den anderen Ovarien wieder, die nach Alter und Herkunft sich ähnlich verhalten. Nur ist der Stärkegrad nicht so gesteigert und

die histiologischen Veränderungen treten in geringerem Umfange auf. Es erscheint somit nicht ausgeschlossen, dass uns dieses Mischlingsovarium den regelrechten Ablauf der Entartungsvorgänge, indessen in einer ausnahmsweise stürmischen Form vor Augen führt.

Sind durch gelinder oder langsamer ablaufende Degenerationen auch die letzten Follikel des Eierstockes verödet, dann hat der Entartungsprozess seinen Höhepunkt erreicht. Das Organ, dasdann als Rest der Keimdrüse zurückbleibt, ist ein ganz neuartiges Gebilde, das im normalen Körper seinesgleichen nicht hat.

Und doch ist es das typische Besitztum der zweijährigen Mischlingsente aus der Kreuzung von Cairina × Anas.

Die gleichmässig dunkelbraunen leberartigen Läppchen der Sektionsbeschreibung sind zarte, dünne oft nur wenig mehr als 1 mm dicke Gewebeplatten. Die Oberfläche ist glatt oder nur leicht gekerbt und von einer flachen, stellenweise nicht deutlichen Epithellage überzogen.

Sein „Parenchym" sind die epithelioiden Interstitialelemente, die Thekalutein-Zellen der Untersucher des Säugetiereierstockes, zu ihren typischen Balken und Strängen aufgereiht, oft mit ihren Plasmaleibern zu Nestern verschmolzen (Abb. 22, Taf. VII). Ihre Zellenkörper durchsetzen staubförmig feine, durch Osmiumtetroxyd schwärzbare Körnchen, die sich recht ähnlich, wie das Lipoid in der Nebennierenrinde, d. h. die lipoiden Stränge des Zwischennierenorgans verhalten: eine Ähnlichkeit, auf die schon, wenigstens für die Säugetiere, des öfteren hingewiesen worden ist (Abb. 33, Taf. VIII). Vielleicht geht das braune Aussehen des Organes wirklich auf einen Luteingehalt der Elemente zurück. Dabei wirkt aber sicherlich auch die leichte Hyperämie, jedenfalls eine häufig recht starke Anfüllung der sehr reichlichen, zartwandigen Kapillaren mit den Elementen des Blutes mit, die nicht selten festzustellen ist. Ab und an erblickt man mitten im Gewebe unscheinbare kleine Lymphfollikel. Cysten, atrophische oder cirrhotische Veränderungen fehlen vollständig. Das ganze Organ macht einen höchst gesunden und recht normalen Eindruck und ein unbefangener Beobachter auch von grossem histiologischem Scharfblick dürfte sich nicht scheuen, ohne Kenntnis der Entstehungsgeschichte das vorliegende Gebilde als ein neues Organ des weiblichen Tierkörpers, etwa als eine neue Drüse

ohne Ausführungsgang, zu beschreiben. Und diese Bezeichnung passt auch noch am allerbesten auf die innere histiologische Erscheinung des gesamten Organes.

Bekanntlich hat man mit der Tätigkeit dieser interstitiellen Zellen wichtige Erscheinungen im Tierkörper in funktionale Verbindung gebracht. Von ihrem Stoffwechsel sollen die accidentalen, vor allem die extragenitalen Sexualcharaktere (1909, S. 348) beherrscht werden. Es ist nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dass ein ausgesprochen erpelfiedriges Exemplar (11), das im Leben in den Verzeichnissen stets als Erpel geführt, das als Erpel auch getötet worden war, im Aufbau seines verödeten Eierstockes von anderen Stücken, die stets als Enten kenntlich waren, und als solche auch geschlachtet wurden (10, 19), durchaus und in keiner Weise zu unterscheiden war. Alle drei Mischlinge waren gleichalt, stets unter den gleichen Bedingungen gehalten und auch nach Herkunft und Züchtung vollkommen gleichartig.

Über das endgültige Schicksal dieses neuen Organes kann nichts angegeben werden; ob es allmählich zu Grunde geht, ob es sich noch eine Weile, ob es sich das ganze Leben des Tieres hindurch erhält, müssten neue besonders auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen entscheiden. Zu vermuten ist, dass es sich schliesslich, vielleicht nach einigen Jahren wesentlich gleichartigen Bestehens, doch noch weiter zu einem reinen Bindegewebekörper rückverwandelt.

Da von keiner der übrigen Mischlingsformen, rein aus äusseren Gründen, eine so grosse Anzahl von Stücken erhalten werden konnte, muss sich bei diesen Enten wohl oder übel die Untersuchung mehr auf Feststellung von Einzelstadien ihrer Schicksale beschränken, und durch den Vergleich mit jener, sehr genau bekannten Entartungsreihe die Stelle ermitteln, an der das jeweils erhaltene Bild, unter allem Vorbehalt, einzureihen ist.

Trotz der grossen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen gelingt die Einordnung doch in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle leicht und sicher.

Am heikelsten liegt der Fall, wenn es sich, wie bei den drei zur Untersuchung verwandten Tafel- × Brautenten (XIII, 104, 105 und 117), um das höchste Entartungsstadium handelt und wenn man, wie es hier der Fall war, so ganz und gar nicht darauf vorbereitet ist, makroskopisch gar nichts zu finden.

Durch dieses Scheitern beim Nachsuchen mit blossem Auge und mit der Lupe gewitzigt, wurde bei dem letzten Exemplar die ganze Gegend der Keimorgane mitsamt dem oberen Nierenpol konserviert und in Reihenschnitte zerlegt: ein Verfahren, das bereits einmal in einem früheren Falle (1909) bei derartig verzweifelter Sachlage wenigstens zu einem einigermassen verlässlichen Ergebnis geführt hatte.

In der Tat fand sich ein genau dem höchsten Entartungstypus der Cairina- × Anas-Mischlinge entsprechendes Körperchen an der Stelle der Keimdrüse vor; nur war es entsprechend den so sehr viel geringeren Körpergrössen und Eierstocksabmessungen bei den Stammformen gegenüber den Hausrassen von Türken- und Stockenten von noch sehr viel unscheinbarerer Grösse. Vielfach gelappt und tief am Rande eingekerbt verriet es durch seinen recht gut erhaltenen Gefäss- und Lymphapparat in der Markzone, dass noch vor nicht langer Zeit die Rinde ein ernährenswerteres und auch viel anspruchsvolleres Parenchym beherbergt haben müsse, als die harmlosen Epithelioiden, die jetzt dort nisteten. Auch in diesem Punkte gleicht dieses „Ovarium“ einem Degenerationsprodukte der gleichen Kategorie, wie die von Türken- × Hausente.

Dies einzige Mischlingsweibchen aus der Kreuzung Kolbenerpel × Fleckschnabelente (Abt. VII), das zur Untersuchung kam, bot in einer Hinsicht ein recht auffallendes Bild dar. Bei diesem Tiere zeigte sich das linke Parovarium von einer ganz überraschenden Grösse. In keinem anderen Falle wurde je die Urniere in einer derartigen Ausdehnung erhalten angetroffen, dass sie makroskopisch sichtbar für die eigentliche Keimdrüse hat gelten können. Auch der rechtsseitige Urnierenrest wies recht bedeutende Abmessungen auf. Die Röhrchenstruktur war völlig regelrecht ausgebildet, in einem oder in einigen von ihnen waren ausserordentlich weit ausgedehnte Lichtungen enthalten. Der Eierstock selbst stand auf der Degenerationsstufe eines mehrere Jahre alten Türken- × Stockenten-Weibchens.

Abgesehen von dem eigenartigen Verhalten der Urniere erinnerten auch die Ovarien der Kolben- × Spiessente und der Braut- × Peposakaente an dieses Bild.

Um jede Unklarheit zu vermeiden, soll hier noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der Untersuchung

solcher einzelnen Stücke und beim Mangel jugendlicher Ovarien immer nur um eine — allerdings recht grosse — Wahrscheinlichkeit der Deutung handelt.

Leichter gestattet die Kreuzung Peposaka- × Spiessente (Nr. 116) Urteil und Einreihung. Schon das Aussehen der Keimdrüse verrät einen sehr viel geringeren Störungsgrad. Schöne, regelmässige, wenn auch für die Höhe der Brunstzeit recht unscheinbare Follikel besetzen die Eierstocksplatte über und über. Würde das Organ etwa aus dem Ende des Winters stammen und würde ferner nicht der Mangel von kleinen Vorratseiern, die häufigen Atresiebilder die Zugehörigkeit zum ersten Typus der zweiten Gruppe aufs deutlichste dartun, so möchte man versucht sein, diese Keimdrüse für leidlich regelrecht gebildet zu erklären. Sie schliesst sich ihrem Aufbau nach eng an die Verhältnisse an, wie die Anas- × Cairina-Hybriden sie aufweisen: und es möchte nicht ausgeschlossen erscheinen, dass auch diese Mischlingsweibchen gelegentlich zur Ablage von Eiern und damit in den, allerdings ungerechtfertigten, Verdacht der Fruchtbarkeit kommen könnten.

9. Histiologie des Mischlings-Eierstocks vom Typus II.

Das gemeinsame Kennzeichen dieses überaus einheitlichen Typus, dem allerdings nur wenige Vertreter von den bisher bekannt gewordenen Mischlingen folgen, ist das vollkommene Fehlen des gesamten Follikularapparates im Eierstock auch schon der eben erwachsenen Ente.

Der Anschluss an die Erscheinungen beim ersten Typus bietet sich zwanglos und geradezu von selbst dar. Der Zustand des Eierstocks, zu deren Erreichung die Cairina- × Anasmischlinge und ihresgleichen Jahre gebrauchen, ist bei diesem Typus schon im Ovar des eben erwachsenen Tieres verwirklicht. Von der Kreuzung des chilenischen Pfeiferpels und der südamerikanischen Spiessente wurden eine grössere Anzahl von Stücken — fünf im ganzen — zum Zwecke genauerer Beobachtung gezüchtet und untersucht.

Schon die ersten, älteren Enten, die mindestens schon fünf wenn nicht gar sechs Jahre alt waren, überraschten höchlichst durch den ganz gleichförmigen Entartungszustand ihrer Eierstöcke.

Die Abmessungen der meist glatten, selten (85) tief gelappten Keimdrüse bleiben noch hinter den am meisten verödeten Ovarien des Typus I weit zurück. Bei dem Mischling 81 beträgt, am mikroskopischen Präparate ausgemessen, die grösste Breite des Ovars 1,75 mm, die grösste Länge 6,75 mm, die grösste Dicke 0,3 mm: papierdünn, breit wie ein kräftiger Bleistiftstrich und so lang wie ein Fingernagel eines Neugeborenen.

Das mikroskopische Bild wechselt stark nach dem Einzeltier und ist doch in seinen Grundzügen stets das gleiche. Das Grundelement — man kann es getrost als Parenchymanteil beschreiben — bilden die epithelioiden Zellen mit ihren charakteristischen grossen Zellenleibern, den kleinen deutlichen Kernen, die oft, sogar meistenteils zu mehreren in einer gemeinsamen Plasmamasse liegen. In Nestern, Strängen und unregelmässigen Balken durchziehen sie das Organ, getrennt und gestützt von einem schönen zellenreichen faserigen Bindegewebe, das die Ernährungseinrichtungen leitet. Nur eine schmale Randzone bleibt zuweilen ganz frei von ihnen, hier ist eine vielfache Lage sonderbarer kleiner unregelmässiger rundlicher entleerter Hohlräumchen sichtbar (85), die offenbar solchen Abschnitten des normalen Ovariums entspricht, wie deren einer siehe auf Abb. 8, Taf. V wiedergegeben ist.

In dieses gleichartige Gewebebild bringt nun eine Unzahl von Cysten Leben und Abwechslung. Ganze Systeme kleinerer und grösserer, rundlicher und spaltenförmiger, einfacher und gekammerter Hohlräume, vergleichbar den Entartungsstadien der Türken × Hausenten-Mischlinge 30, 31 in der ersten Brunst, verleihen dem Organ stellenweise geradezu ein schwammiges Gefüge (Abb. 27, Taf. VIII). Nicht bei allen Exemplaren und nicht an allen Stellen einer und derselben Keimdrüse sind die Hohlräume gleich zahlreich und gleichmässig dicht angehäuft. Am stärksten erscheint die „kleincystische Degeneration" beim Mischling 80; er besitzt auch eine Riesencyste, die man auf dem Schnitte schon mit blossem Auge wohl erkennen kann. Sehr reichliche Mengen solcher Cysten enthält Mischling 85, weniger an Zahl und geringer an Grösse sind sie bei Mischling 79 und am spärlichsten finden sich diese Bildungen bei Mischling 81.

Wand und Inhalt der Cysten ist verschieden, nur sehr selten meint man Spuren eines undeutlichen Epithelbelages an

der Innenfläche der Hohlbildungen wahrzunehmen. Von einer irgendwie regelmässigen zelligen Auskleidung ist keine Rede. Im übrigen umscheidet ein zartes Bindegewebe das Lumen. Als Inhalt führen viele bald mehr, bald minder reichliche geronnene Flüssigkeitsmassen, die körnig, bröckelig ausgefällt locker in der Lichtung liegen. Zuweilen finden sich auch Zellen im Cysteninneren, einzeln oder zu kleinen Häufchen vereinigt. Das Stützgerüst führt zuweilen, aber doch recht spärlich kleinzellige Infiltrationsherdchen (79, 81), die aber keine grosse Rolle im Bilde spielen. Auffallendere Einzelheiten bieten bei Mischling 80 und 81 in ihrem Aufbau einige Blutgefässe dar: sie haben eine gegen die Norm auffallend stark verdickte, sehr kernarme Wand. Auf weitere Veränderungen dieser Gefässe sind wahrscheinlich Stränge, Schlingen und Reihen konzentrisch geschichteter Körperchen zu beziehen, die, fast glasklar und von spärlichen Kernen durchzogen, endothelbekleidete Lichtungen umscheiden. Sie gemahnen zuerst an die Struktur von Corpora albicantia, die sich jedoch ihrer Herkunft nach nicht wohl in Schlingen und Stränge auflösen, deren Verlauf weithin im Stroma sich verfolgen liesse. Vorkommen kleinzelliger Herde, Gefässwucherung und auch die überreiche Cystenbildung ruft den Gedanken wach, dass diese Eierstöcke ehedem doch einen reichlicheren Gehalt an wertvollem Parenchym geborgen haben, als jetzt darin zu finden ist.

Aber auch in dieser Verfassung der höchstgradigen Entartung des Eiapparates, sind dennoch Reste einer früheren Existenz deutlich nachzuweisen. Sehr spärlich, nur im Eierstock von Mischling 79 an zwei Stellen liegt mitten in dem eigenartigen verwandelten Gewebe je ein deutlicher Primärfollikel mit allen charakteristischen Kennzeichen, wie sie Waldeyer 1870 vom Hühnchen geschildert hat (Abb. 31, Taf. VIII). Eine Verwechslung mit interstitiellen Elementen ist nach Anordnung und Aufbau der Zelle gänzlich ausgeschlossen.

Es liegt der Gedanke nahe, dem Stande des Follikularapparates im jungen Lebensalter bei diesen Mischlingsenten nachzugehen. Es wurde daher ein Weibchen in der ersten Brunst, also im Alter von einem Jahre, getötet. Der Befund war genau der gleiche wie bei den alten Tieren; ein Beweis, dass es sich bei dieser Entartung um einen Dauerzustand handelt, in dem Epithelioide und Cysten sich im Laufe der Jahre nur

geringfügig verändern. Das seltsamste aber ist, dass keine grössere Anzahl von primären Follikeln in diesem jugendlicheren Ovarium vorhanden ist. Es wurden überhaupt keine sicheren Gebilde dieser Art aufgefunden. Damit kennzeichnet sich das Ei im Ovarium des Mischlings 79 hinreichend als eine anomale Erhaltung: ein Fund, der aber trotz seines vereinzelten Vorkommens auf die früheren Zustände in diesen Eierstöcken ein helles Licht wirft.

Sehr auffallend ist das Verhalten des Urnierenrestkörpers bei diesem einjährigen Ovar und ebenso auch bei einem der älteren (81). Er ist in vielfach mächtigerer Ausdehnung erhalten, als es sonst der Regel entspricht. Seine teils weiten, teils engen Kanälchen bilden miteinander einen kompakten Körper, der an Breite und Dicke dem ganzen Eierstock gleichkommt, ihn sogar stellenweise übertrifft: allerdings kommt er an Masse dem Urnierenreste der Kolben- × Fleckschnabelente nicht im entferntesten gleich. Die ganze Schlauchmasse erfüllt den Hilus des Ovariums und wird von dessen Gewebe an der Bauchhöhlenseite wie von einer flachen Schale bedeckt.

In der Tatsache, dass schon im ersten Lebensjahre das Ovarialgewebe der Chilipfeif- × Spiessente eine Entartung zeigt, die der Eierstock des ersten Typus erst in späterer Lebenszeit erreicht, liegt zwar ein deutlicher Hinweis, dass hier eingreifendere Ursachen die Vernichtung des Parenchyms bedingen. Genauere Aufklärung verspricht aber nur die Beobachtung jüngerer Stadien, die in diesem Jahre gezüchtet werden sollen.

Die Schilderung der beiden anderen Mischlingsformen, die dem zweiten Typus der Entartung folgen, kann sich auf einige kurze Angaben beschränken, vor allem, weil ganz jugendliche Tiere begreiflicherweise von diesen seltenen Formen noch nicht geopfert wurden. In allen wesentlichen Punkten stimmen die Mischlinge des chilenischen Pfeiferpels und der Zwergente so gut mit dem beschriebenen Chilipfeif- × Spiess-Enten-Ovar überein, dass sie keine ausführlichere Darstellung erfordern. Im grossen Ganzen gilt von der Ähnlichkeit des Aufbaues der degenerierten Keimdrüsen der Reiher- × Pfeifentenmischlinge (125) genau das Gleiche, das für die Chilipfeif- × Zwergenten ausgeführt wurde. Zwei Bilder, das eine mit schwacher, das andere mit stärkerer Vergrösserung

aufgenommen (Abb. 35 und 36, Taf VIII) erläutern die geringfügigen Abweichungen hinreichend deutlich. Dem Eierstock von Fuligula × Mareca fehlen die Cysten, er gleicht mehr einem soliden, derben Körper. Ob ehedem solche vorhanden waren, lässt sich nicht angeben, auch nicht einmal vermuten. Die feineren Baubestandteile sind grundsätzlich mit den übrigen Eierstöcken dieses Typus identisch. Dass die Einreihung und Deutung der Bilder noch der weiteren Sicherung bedarf, ist wohl selbstverständlich.

10. Histiologie des Mischlings-Eierstocks vom Typus III.

Nur eine Mischlingsform — und leider auch nur ein Stück dieser Kreuzung — ist bisher von diesem letzten und höchsten Störungsgrade des Eierstockes zur Beobachtung gekommen. Bedauerlicherweise kann auch über das Alter dieses Hybriden von Pfeif- und Brautente nichts ermittelt werden, weil es ein gekauftes Stück ist.

Das ganze Ovarium ist ein minimales, kleines Körperchen von durchweg gleichförmigem Bau. Tiefe Kerben zerscheiden das Organ in einzelne Lappen (Abb. 38, Taf. VIII). Ein Kern von derbem grobfaserigem Bindegewebe mit reichlichen Gefässen zieht in den Hilus des „Eierstocks" hinein und breitet sich fächerförmig mit einzelnen breiten Strahlen gegen die Oberfläche der Läppchen aus. Dieses Mark umgibt ein starker Rindenmantel, der nur an der Eingangspforte des Stützgewebes fehlt.

Diese Rinde, einer Zona parenchymatosa zwar vergleichbar, entbehrt nicht nur des Eierparenchyms, sondern auch jeglicher Spur jener epithelioiden Elementen vollständig, die das charakteristische Kennzeichen der Entartung des vorigen Typus darstellen. Ein dichtzelliges, gleichförmiges und von äusserst zarten und feinen Fäserchen durchsetztes Stützgewebe: das ist alles, was in dieser Rinde an Gewebe zu finden ist. Die histiologische Struktur entspricht völlig dem Gerüste, das im normalen Ovarium die jüngsten Follikel zu umscheiden pflegt (Abb. 6, Taf. V). Noch mehr erinnert aber das ganze Bild an follikellose Abschnitte des normalen Eierstocks, wie deren einer auf Abb. 7, Taf. V dargestellt ist

In der Schnittreihe durch das ganze Organ finden sich vier kleinste Cystchen verstreut, von denen eine auf Abb. 39, Taf. V dargestellt ist. Sie sind leer oder mit Gerinnsel erfüllt, ihre Wand ist epithellos, ihre Bedeutung nicht zu enträtseln.

Leider dürfte es nicht leicht möglich sein, hinter das Geheimnis dieses Ovariums zu kommen. Die Kreuzung gehört zu den allerschwierigsten und allerseltensten, die bisher zwischen den verschiedenen Entenformen mit Sicherheit geglückt ist. Nach dem Eindruck und Augenschein aber unter allem Vorbehalt zu urteilen, ist dieser Keimdrüse, mag sie welchen Alters auch immer sein, an ehemaliger Ausbildung eines Follikularapparates nicht viel zuzutrauen.

11. Die Entartungsformen und die Entartungsvorgänge im Mischlings-Eierstock, ihre Bedeutung und ihre Folgen.

Kein anderes Organ und kein anderes Tier setzt den Untersucher in die glückliche Lage, den physiologischen Ablauf der Entartung am Paarling des Organes selbst beobachten zu können, wie der Vogel und sein Ovarium.

Eine sehr überraschende Erscheinung ist es, diese Degeneration sich in ganz ähnlichen Bahnen vollziehen zu sehen, wie sie der Entartungsvorgang im Mischlingseierstock einschlägt.

Abb. 37, Taf. VIII gibt die Veränderung des rechten Eierstockes eines weiblichen Taubenembryos kurz vor dem Ausschlüpfen wieder. Deutlich erinnern die Cystengebilde an die Formen der Abb. 27—29, Taf. VIII.

Das Organ entartet, wenn es aus inneren Gründen untergeht, wie es scheint, immer nach dem gleichen Plan, mögen die Bedingungen und der Anlass auch noch so verschieden sein.

Das Verhältnis zur Norm muss auch noch in anderer Weise genauer dahin festgestellt werden, dass im Mischlings-Eierstock kein Bestandteil auftritt, kein Vorgang sich abspielt, der nicht auch im Leben des normalen Tieres vorkäme. Atresie mit allen ihren Begleiterscheinungen, Hyperämie, Auftreten kleiner Follikelherde und auch die Cystenbildung sind keine an sich anomalen Ereignisse, sondern spielen auch im regelrechten Ablaufe der Lebenserscheinungen eine allerdings recht untergeordnete Rolle. Davon kann man sich leicht bei der Durchmusterung einer grösseren Anzahl von Vogelovarien überzeugen.

Das Charakteristische beim Mischlinge ist nicht die Art, sondern die Ablaufsweise der Erscheinungen. Ihrem stürmischen, rapiden Vorgehen fallen die Eier aller Entwicklungsstadien zum Opfer.

Nur eines bleibt unklar: welcher Prozess vernichtet oder hemmt in allen Ovarien der zweiten Mischlingsgruppe den Vorrat der kleinen Reserveeier in seiner Bildung? Diese Frage bleibt als ungelöster Rest künftigen, embryologischen Untersuchungen vorbehalten. Nur soviel kann gesagt werden, dass es wohl kaum die Anfangsstadien der Entwicklung sein dürften, die den Weg der Norm merklich verlassen. Sie scheinen — wenigstens bei den allein schon auf diesen Punkt untersuchten Türken- und Hausenten-Mischlingen — von den Stammformen nicht gröblich abzuweichen.

Eierarmut: das ist und bleibt aber, wie sie auch immer entstanden sein möge, das Grundphänomen, der springende Punkt der ganzen Erscheinungsreihen. Alle übrigen Erscheinungen — und mögen sie sich auch noch so sehr in den Vordergrund drängen — sind erst abhängige Vorgänge, die bedingungsgemäss von dem Follikelmangel beherrscht werden.

Die Verarmung an Eimaterial auf dem Wege der Follikelatresie zieht als Folge schon in der Norm die Entstehung und Erhaltung von Thekaelementen in reicher Fülle nach sich. Die Verödung der gesamten Follikelmasse bedingt sonst eine Entwicklung von solchen Massen interstitialen Gewebes, wie sie in dem Reinzucht-Eierstock niemals zustande kommt.

Es erscheint ferner denkbar, dass wenigstens ein grosser Teil der Cystenbildungen, wenn nicht alle, doch in irgend einer Weise dem Schwund der Follikel ihr Dasein verdanken. Stromacysten, etwa lymphangiektatischer Herkunft, kommen ihnen gegenüber wohl kaum in Betracht. Sie sind wenigstens im Säugereierstock recht seltene Vorkommnisse.

Die Gesamtheit der Vorgänge, die überreiche Entfaltung des Thekaluteingewebes, die Cystenbildung, die Erhaltung auffallend mächtiger Abschnitte der Urniere, die sich mehrfach mit recht überraschend grossen Resten epididymisartig dem Eierstocksgewebe an- und einlagert: alle diese Erscheinungen lassen sich morphologisch als Ausgleichprozesse zusammenfassen, die der für ungeheure Umsetzungen bestimmte Zustrom von Nährmaterialien erhält und unterhält, da er infolge der Parenchymverödung seiner physiologischen Aufgabe nicht genügen kann. Das ist wenigstens ein Gesichtspunkt, der formal der Verschiedenartigkeit der Vorgänge im einheitlichen Sinne gerecht

wird. Ob der Hergang wirklich in dieser Richtung wirkt, das kann gar nicht oder höchstens durch besondere Versuche entschieden werden.

Zu denken gibt die Tatsache, dass das Gewebe des linken, in der Norm Arbeit leistenden, und des rechten, physiologisch entartenden Eierstockes in vielen Fällen in ihrer Art ganz gleiche, dem Umfange nach natürlich verschiedene Veränderungen durchmachen. Entwicklung von Epithelioiden, Hyperämie, Rundzelleninfiltration gehen mehrfach in beiden Organen parallel. Es verwischt sich gewissermassen der grosse Unterschied zwischen den beiderseitigen Keimdrüsen, wie sie die regelrechte Entwicklung mit sich bringt durch den Entartungsanstoss, den die Kreuzung dem normalen Ovarialgewebe erteilt und mit dessen Hilfe sie auch dieses zur gleichen Leistungsunfähigkeit verurteilt, wie sie für den Paarling die Norm ist. Keimzellensubstanz führt ja schliesslich auch das rechtsseitige Organ, wie das Beispiel zahlreicher Vögel beweist, die auch in ihm Eier ausbilden (His, 1867, Heinroth, 1902, S. 418); und beide schädigt der gleiche Eingriff auch in der gleichen Weise.

Von allen Körperorganen, ausser der eigentlichen Keimdrüse, ist der Keimdrüsenrest der Gegenseite das einzige, das ersichtlich primär von der Schädigung durch die Kreuzung, d. h. durch die Vereinigung zweier verschiedenartiger Erbmassen betroffen und beeinträchtigt wird: es sind die beiden Gewebe, die eine rein germinale Schädigung eben vernichten kann.

Die übrigen Folgen sind erst vermittelt und sekundär. Dahin gehört die Umstimmung der extragenitalen Geschlechtscharaktere, die Version in die männlichen Endformen. Die Vögel sind als solche geradezu prädisponiert für dieses Schicksal: ein Ovarium büssen sie physiologisch ein und wenn dem anderen etwas zustösst, dann ist der Version Tür und Tor geöffnet.

Es muss hier von vornherein betont werden, dass bei weitem das Beobachtungsmaterial noch nicht ausreicht, weder für die Säugetiere noch für die Vögel, geschweige denn für das ganze Reich der Tiere, um allgemeingültige biologische Formeln für die Beschreibung dieser Tatsachen der Version der Sexualcharaktere aufstellen zu können. Dem Fortschritt der Forschung kann nur die scharfe Aufstellung bestimmter Beziehungen dienen, seien sie positiven oder negativen Inhalts. In

einem solchen scharfen Gegensatz scheinen nach den Befunden der zahlreichen schönen und genauen Untersuchungen von Tandler (1910) und seiner Mitarbeiter die Säuger und Vögel zum Teil treten zu sollen. Mit vielen, guten Belegen vermag Tandler die innerliche Beziehung des interstitiellen Keimdrüsengewebes zur Entstehung und Erhaltung der extragenitalen Sexualcharaktere zu stützen. Eine solche deutliche Beziehung lässt das Auftreten der Version im Vogelreiche zur Ausbildung des Zwischendrüsenorganes nicht erkennen: Arrhenoidie und typische weibliche Geschlechtscharaktere kommen beide bei genau gleichmässig und gleichgradig entarteten Ovarien vor.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass die experimentelle Verwertung des reingezüchteten Interstitialgewebes, wie es Typus I im Alter, Typus II schon in der Jugend darbieten, weitere Aufschlüsse zu liefern vermag.

12. Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Mischlingen.

Waldeyer (1870) hat überzeugend dargetan, dass im Eierstock des erwachsenen höheren Wirbeltieres keine Neubildung, kein Nachschub von jungen Eiern stattfindet. Das Ovarium muss mit dem Vorrat an Keimzellen haushalten, die es bei seiner Entstehung als Mitgift erhalten hat. Der Zahl nach überschreitet ja auch diese begrenzte Summe alle Vorstellungen von Fruchtbarkeit und alle Möglichkeiten, die jemals im natürlichen Ablaufe der Geschehnisse irgendwie oder irgendwann verwirklicht sind, und wenn auch die Hühner, die im Jahre 200 Eier legen (Pearl, 1910) 10 Jahre lang ihre Produktion in gleicher Menge fortführten, dann würde immer nur erst ein kleiner Bruchteil der Eianlagen verbraucht sein, den ein jugendliches Vogelovar beherbergt.

Immerhin, ein Numerus clausus ist der Eiervorrat in der weiblichen Keimdrüse in der Tat. Ganz anders aber liegen die Bildungs- und Entwicklungsmöglichkeiten im Hoden. Wenn hier irgendeine Grenze gesetzt ist, so ist es eine in der Zahl der Stammzellen, mit denen eine männliche Keimdrüse in ihre Tätigkeit eintritt und sie, bei periodischer Brunst, jedesmal wieder verlässt. Aber auch diese Stammzellen sind wohl sicherlich als solche vermehrungsfähig. Jedenfalls vermag eine von

ihnen im Laufe ihrer Lebenszeit ganz unübersehbare Mengen von Samenzellen zu erzeugen und erzeugt sie bei jedem neuen Bildungsanstosse auch in der Tat.

Das ist ein erster grundlegender biologischer Unterschied zwischen den Keimorganen der beiden Geschlechter.

Aber noch andere treten hinzu. Ein sehr wesentlicher vor allem: der Hoden ist in der Tat und in jedem Lebensalter der Geschlechtsreife eine dauernde Entstehungs- und Reifungsstätte der Samenfäden. Er beginnt und vollendet für jedes Spermium Entwicklung und Bildungsziel. Der Eierstock aber ist in der Zeit des Geschlechtslebens nichts als eine Wachstumsstätte, weder bildet er neue Keimzellen, noch reift er sie für ihre Aufgabe vollständig heran. Bei den Vögeln finden, wie Harper (1902) wenigstens für die Taube bewiesen hat, die beiden letzten Teilungen, die Reifemitosen, die der Eizelle als solcher zu ihrem richtigen morphologischen Werte verhelfen, erst im Eileiter statt.

Das Spermium reift als Zelle aus, ehe es beginnt, seine Gestalt zweckentsprechend für seine Lebensleistung umzuformen. Das Ei hat schon lange Zeit zuvor Gestalt und Innenbau gewonnen, die es für seine Lebensaufgabe geschickt und tauglich machen, ehe es als Zelle fertig gebildet wird.

Dies sind Unterschiede, die sich zum Teil aus den entlegensten Urzeiten der Entstehung der Sexualität im Reiche der Lebensformen rechtfertigen und verstehen lassen. Sie bringen die Sonderung der Leistungen der Keimzellen in einer Verschiedenartigkeit der Gestalt der Elemente zum Ausdruck. Sie sind es, die alle die seltsamen und auf den ersten Blick unbegreiflichen und störenden Abweichungen bedingen, die beim Kreuzungsversuch in der verschiedenen Beeinträchtigung der Keimzellenbildung des männlichen und des weiblichen Geschlechtes hervortreten.

Während die Geschichte des Samenfadens gewissermassen in jedem Augenblicke der Spermiogenese sich vom Anfang bis zu ihrem Ende in jedem Hodenröhrchen vor unseren Augen abrollt, und so ein Überblick über den Gesamtablauf der Geschehnisse sich leicht und mühelos darbietet, so ist für die Untersuchung des Eies im geschlechtsreifen Eierstock der Beginn der Geschichte zeitlich, ihr Ende örtlich unzugänglich. Sie stellt sich nur als kurzer Ausschnitt, mitten aus dem Gange der Ereignisse

herausgerissen, der Beobachtung dar. Daher ist ein sinngemässes Vergleichen dieser beiden in ihrem Wesen so verschiedenen Organbilder schwierig, wenn nicht unmöglich.

Das Lebensalter der Tiere, das für den Hoden während der Geschlechtstätigkeit als solcher in weiten Grenzen nahezu belanglos ist, da er aus der fast ganz oder praktisch wenigstens für längere Zeit unerschöpflichen Quelle seiner Stammzellen immer neue Bildungsstoffe für seine Produktion zu beziehen in der Lage ist, spielt für das Ovarium eine viel wesentlichere Rolle. Ein auch noch so grosser Vorrat, der sich nicht erneuert, erschöpft sich eben mit dem fortlaufenden Verbrauch, sei es durch Entleerung oder Atresie: und das ist in ganz besonders hohem Grade der Fall, wenn, wie bei den weiblichen Mischlingen der zweiten Kategorie, das Leben bereits mit einem, auf bisher nicht erklärte Weise, verkleinerten Eiervorrat angetreten wird.

In dieser Verringerung des Follikelbestandes liegt augenscheinlich das Geheimnis der Bildungsstörung des weiblichen Keimmaterials bei der Kreuzung. Denn während die erste Gruppe der Mischlingsweibchen diese Zahleinbusse beinahe gar nicht oder in nur geringfügigem Maße erkennen lässt, gehen bei der zweiten Gruppe schon die eben erwachsenen Mischlinge mit dieser Störung aus ihrer Entwicklungsperiode hervor. Und vollends die drei Typen der zweiten Gruppe trennen sich durch kein Merkmal schärfer als durch dieses: im Laufe der ersten Jahre des Geschlechtslebens schwindet bei dem ersten Typus unter unseren Augen der noch zurückgebliebene geringe Eiervorrat und hinterlässt schliesslich nur ein verödetes Stützgewebe. Der zweite Typus tritt schon mit leerem, fast gänzlich entartetem Ovarium in die erste Brunstperiode ein, bewahrt aber an deutlichen Zeichen — dem Thekaluteingewebe, vereinzelten Primärfollikeln — die Zeichen ehemaligen Gehalts an Keimmaterial. Der dritte Typus aber besitzt nur einen Eierstock ohne diese Erinnerungen an einen früheren Besitz von Eiparenchym, ein „Ovar“ aus verödetem Bindegewebe. Der erste Typus kann die Merkmale des zweiten, vielleicht auch der zweite die des dritten im höheren Alter erwerben; das ist indes noch nicht durch direkte Beobachtung festgestellt.

Jedenfalls aber ist der Schwund des Follikularapparates eine geordnete, gesetzliche Erscheinung,

eine Funktion, als deren eine unabhängige Veränderliche, die Zeit, das Lebensalter sichergestellt ist.

Noch eine zweite unabhängige Variable beherrscht die Entartung des Mischlingseierstocks.

Die Samenbildung der Mischlingserpel hat (1907, 1908, 1910) zwei scharf gesonderte, nicht durch Übergänge verbundene Kategorien von Hybriden trennen gelehrt: die Tokonothen und die Steironothen.[1])

Tokonothie heisst zum Unterschied von dem Ausdruck „Fruchtbarkeit" fakultative, individuelle und relative Fruchtbarkeit eines Hybriden, die aber nicht bei jedem Stück, nicht in jedem Fall und nicht vollkommene Fortpflanzungsfähigkeit zu bedeuten braucht. Der tokonothe Mischling kann völlig steril sein, er bringt aber stets Keimzellen zur Reife.

Steironothie aber bedeutet obligatorische, generelle und absolute Fortpflanzungsunfähigkeit aus Mangel an reifen Keimzellen.

Es hat sich nun gezeigt, dass die Schwestern bei allen den Mischlingsformen, deren Männchen sich als Tokonothe erweisen, zu der ersten Gruppe der Mischlingsweibchen gehören; d. h. sie besitzen Ovarien, die über Vorratseier verfügen. Weder kommt unter den weiblichen Keimdrüsen der ersten Gruppe eine Kreuzung vor, deren Erpel steironoth sind, noch gibt es, dem männlichen Geschlechte nach als tokonoth erkannte Mischlinge, deren Weibchen der Reservefollikel entbehren.

Weiterhin besitzen alle Kreuzungen, bei denen sich die Männchen durch Steironothie kennzeichnen, im weiblichen Geschlechte samt und sonders Eierstöcke ohne Vorratseier, und anderseits entsprechen allen Mischlingsweibchen, denen Reservefollikel fehlen, männliche Mischlinge, die niemals Samenzellen zur Vollendung bringen und die in jedem Falle Steironothi sind.

Um allen Missverständnissen vorzubeugen, sei hier noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Untersuchung und Vergleich der Keimorgane jedesmal mit gründlicher kritischer Berücksichtigung von Alter und Brunstzustand, von dem oft abweichenden Fortpflanzungsgeschäft der Gefangenschaft und den Eigentümlichkeiten der einzelnen Kreuzung selbst vorgenommen

[1]) Von τοκος fruchtbar und ατειρος unfruchtbar und νοθος der Bastard.

werden muss. (Vgl. 1910, S. 33.) Sonst stören fehlerhafte Beobachtungen und fehlerhafte Deutungen diese Genauigkeit des Parallelismus auf Schritt und Tritt.

Diese Übereinstimmung kann man indessen zwanglos noch weiterführen — und zwar ohne dass den Tatsachen irgendwie Gewalt angetan zu werden braucht.

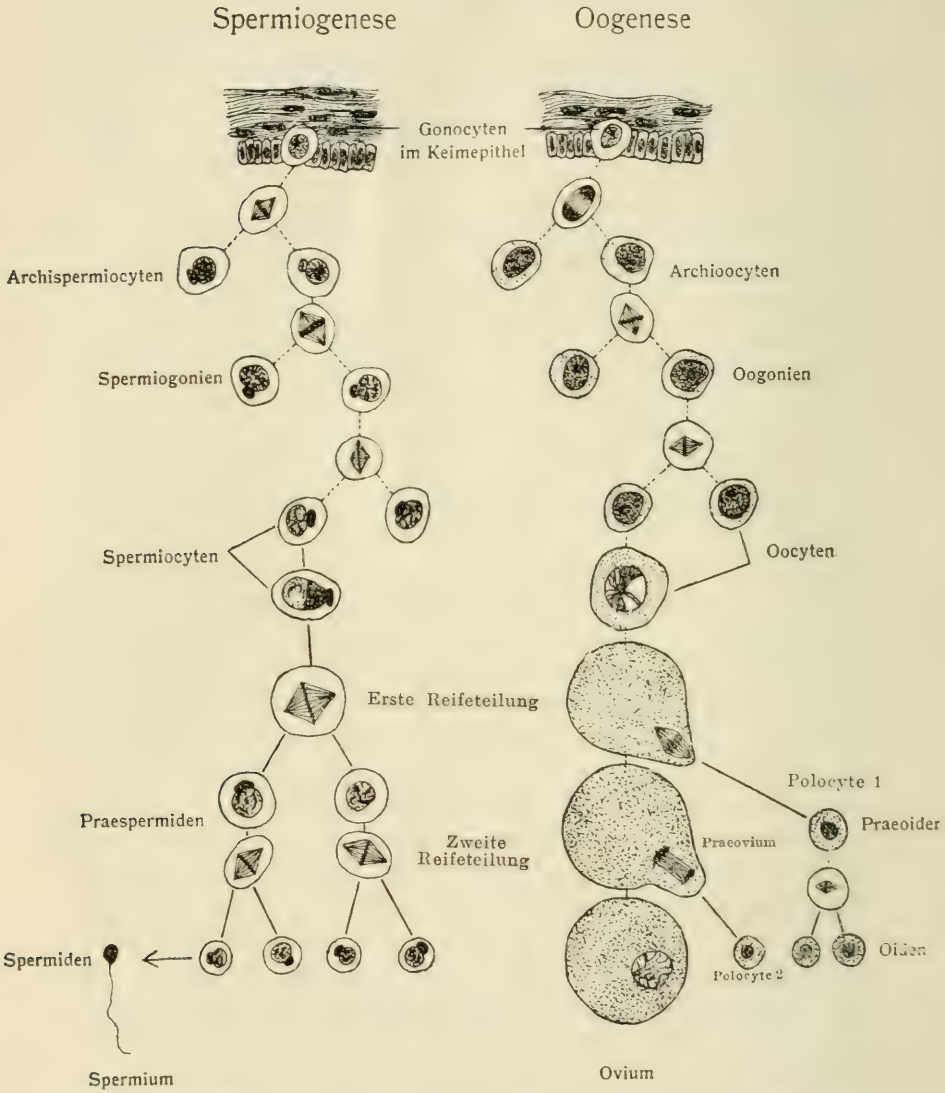
Die Verfolgung der Samenbildung gestattet, bei den Steironothen mehrere Grade zu unterscheiden, die sich leicht, scharf und konstant voneinander trennen lassen.

Als äusserliches Merkmal dieser Sonderung in Einzelstufen bietet sich die Bestimmung nach den drei typischen Kernteilungen im Stammbaume der Samenbildung dar (Text-Abb., S. 114). „Diese Einteilung der Anomalien in der Spermiogenese — so wurde früher ausgeführt — soll nicht den Eindruck erwecken, als bedeuteten die Kernteilungen etwas besonderes, etwas vor den übrigen Ereignissen (Synapsis, Plasmareduktion etc.) hervorstechend Wichtiges. Die Mitosen dienen hier lediglich als bequeme und leicht auffindbare Wegemarken, die sich nach Lage und Form bei Stammtier und Mischling auf das genaueste identifizieren lassen, mögen sie selbst im Chromosomenapparate nicht unerheblich gestört sein.“ — „Auch zeitlich knüpft sich keineswegs die Störung etwa an die Kernteilung, sie tritt auf sehr verschiedenem, für jeden Fall zu ermittelnden Punkten auf der zwischen zwei Mitosen gelegenen Wegstrecke ein. Benutzt man indessen die karyokinetischen Figuren gewissermassen als Meilensteine auf dem spermiogenetischen Wege, so lassen sich leicht die kritischen Strecken festlegen, auf denen regelmässig jedesmal die Samenbildung zum Stillstand kommt“ (1908, S. 133).

Die Ausführungen zeigen klar, dass diese Bezeichnung eines Entartungsgrades als dimitotische, monomitotische und apomitotische Steironothie nichts andere bedeuten soll, als eine bequeme, verständliche und eindeutige Benennung für die schwächsten, die stärkeren und die stärksten Beeinträchtigungen von männlichen Keimorganen, die keine Spermien auszubilden imstande sind.

Es ist ersichtlich klar, dass die Entartung eines Mischlings-Eierstockes vom ersten Typus aus der zweiten Kategorie, d. h. die allmähliche Verödung des Gewebes im Laufe der ersten Lebensjahre einen geringeren Grad der Störung bedeutet, als

Schema des Spermiogenese und Oogenese



der zweite Typus: denn hier ist schon zu einer Zeit, da jene noch Follikel in ansehnlicher Zahl besitzen oder doch besitzen können, das gesamte Eiparenchym untergegangen. Es ist des weiteren offenbar, dass der dritte Typus der Entartung des

Ovariums noch einen ferneren Schritt auf dem Degenerationswege bedeutet: dass ein Eierstock, der auch keine Erinnerung mehr an seine lebenswichtigsten Elemente bewahrt, als stärker beeinträchtigt zu gelten hat als eine Keimdrüse, die noch über Reste und Zeichen einstiger Ausrüstung mit dem charakteristischen Follikularapparat verfügt.

Es knüpfen sich nun folgende Beziehungen zwischen den männlichen und weiblichen Keimdrüsen der einzelnen Mischlingsformen, die auf ihre Keimzellenbildung in beiden Geschlechtern untersucht werden konnten.

Die Weibchen der laut Ausweis ihrer Samenbildung dimitotischen Steironothie verfügen noch in den ersten Lebensjahren über Follikel, die allmählich veröden, in der Art und Weise, wie sie bei der Schilderung der Entartung im ersten Typus näher ausgeführt worden ist. Der Monomitose der Erpel entspricht die frühzeitige Verödung des Ovarialparenchyms, wie sie den zweiten Typus der Entartung kennzeichnet. Die einzige Form von apomitotischer Steironothie charakterisiert sich beim Weibchen durch die Hemmung der Eibildung ohne Reste und ohne Spuren ehemaligen Follikelbesitzes.

Der Parallelismus der Störung gliedert sich im Überblick der Formen in etwa folgender Weise:

Mischling von ♂	♀	Hoden	Eierstock
Poecilonetta bahamensis (L.) — Bahama-Erpel.	Nettium brasiliense (Gm.) — basilianische Krickente.	Trimitose	Reserveeier
Mareca penelope (L.) — Pfeiferpel.	Chaulelasmus streperus (L.) — Schnatterente	Trimitose	Reserveeier
Chaulelasmus streperus (L.) — Schnattererpel.	Dafila acuta (L.) Spiessente	Trimitose	Reserveeier
Alopochen aegyptiacus (L.) — Nilgans	Tadorna tadorna (L.) Brandente [1])	Trimitose	Reserveeier
Gallus sonnerati Temm. — Sonneratshahn	Gallus gallus (L.) — Bankivahenne	Trimitose	Reserveeier
Streptopelia risoria (L.) Lachtaube.	Turtur turtur (L.) [1]) Turteltaube	Trimitose	Reserveeier

[1]) Kreuzungsrichtung unsicher.

Mischling von ♂	♀	Hoden	Eierstock
Carduelis carduelis (L.) — Stieglitzhahn	Serinus canarius (L.) (L.) — Kanarienhenne	Trimitose	Reserveeier
Tadorna tadorna (L.) — Branderpel.	Casarca tadornoides (I. u. S.) australische Kasarka	Trimitose	Reserveeier
Cairina moschata (L.) — Türkenerpel	Anas boscas var. dom. L. Hausente	Dimitose	Erster Typus der Verödung.
Anas boscas var. dom. L. — Hauserpel	Cairina moschata (L.) — Türkenente	Dimitose	Erster Typus der Verödung.
Lampronessa sponsa (L.) — Brauterpel	Metopiana peposaca (Vieill.) — Peposaka-Ente	Dimitose	Erster Typus der Verödung. (Letztes Stadium beobachtet.)
Aythya ferina (L.) — Tafelerpel	Lampronessa sponsa (L.) — Brautente	Dimitose	Erster Typus der Verödung (Letztes Stadium beobachtet.)
Netta rufina (Pall.) — Kolbenerpel.	Polionetta poicito rhyncha (Forst) — Flecknabelente	Dimitose	Erster Typus der Verödung (Letztes Stadium beobachtet.)
Metopiana peposaca (Vieill.) ♂ — Peposaka-Erpel	Dafila acuta (L.) — Spiessente	Dimitose	Erster Typus der Verödung (Anfangsstadium beobachtet.)
Mareca sibilatrix Poeppig — Chilenischer Pfeiferpel	Dafila spinicauda (Vieill.) — Südamerikanische Spiessente	Monomitose	Zweiter Typus der Verödung.
Mareca sibilatrix Poeppig — Chilenischer Pfeiferpel	Anas boscas var. nana — Zwergente	Monomitose	Zweiter Typus der Verödung.
Fuligula fuligula (L.) — Reihererpel	Mareca penelope (L.) — Pfeifente	Nicht beobachtet	Zweiter Typus der Verödung.
Mareca penelope (L.) — Pfeiferpel	Lampronessa sponsa (L.) — Brautente	Apomitose	Dritter Typus der Verödung.

Bei der Eibildung (Text-Abb.. S. 114), die in so grundlegender Weise der Samenentwicklung im ganzen Reiche der Lebewesen parallel geht, würden die Trennungslinien zwischen den einzelnen Typen der Steironothie, nach den Mitosen abgemessen, sich durch Unterbleiben der zweiten, der ersten Reifeteilung.

endlich durch das Fehlen der Oogonienvermehrung kennzeichnen müssen.

Der Ausfall der zweiten Reifeteilung, der Mangel der ersten Polzellenbildung würde beim Vogelei nur durch die an sich sehr schwierige Untersuchung von Eierstockseiern zu erbringen sein. Beide Entartungsformen sind am Eierstocksei von der normalen Eibildung nicht grundsätzlich zu unterscheiden. Denn er bildet und enthält bei allen drei Formen ganz gleichmässig Oozyten, denen man von vornherein nicht ansehen kann oder wenigstens nicht ansehen zu können braucht, ob sie in ihrem weiteren Lebensschicksale reifen werden oder nicht. So ist es denn eine glückliche, aber in ihrem Wesen noch vollkommen unbekannte Bedingung, die der ersten Kategorie der Mischlingsovarien gegenüber dem ersten und zweiten Typus der zweiten Gruppe im Mangel an Vorratseiern ein äusserliches, aber leicht erkennbares Kennzeichen aufprägt. Zwangsläufig in irgendeiner augenblicklich deutbaren oder rationell beschreibbaren Weise gegeben ist dieser Mangel im Wesen durch Schädigung der Kreuzung nicht. Und es dürfte keineswegs Erstaunen erregen, wenn künftige Fälle unter grösseren Zahlenmaterialien solcherlei Durchbrechungen jener „Regel" ans Tageslicht brächten.

Es ist auch an sich schwieriger und weniger einwandsfrei, die Geschehnisse am Ei der Bestimmung des Entartungsgrades zugrunde zu legen, als die Schicksale des Spermiums, denn es ist z. B. für einzelne Tiere, wie schon früher erwähnt wurde (S. 78), bekannt, dass Eier entwicklungsunfähig sein können auch auf der Stufe der Präoiden, d. h. bei Unterbleiben der zweiten Reifeteilung. So könnte unter Umständen eine Fertilität beim weiblichen Geschlecht zustandekommen, auch wenn es sich beim Männchen um eine stets sterile, ja eine steironothe Form handelte. Denn dass ein Samenfaden sich ausgestalte trotz Fortfall der zweiten Reifeteilung, der Präspermiden-Mitose, ist jedenfalls bei den hier in Betracht kommenden Objekten nicht beobachtet.

Könnte sonach ein zytologischer Parallelismus der niederen Grade der Steironothie nur durch Beobachtungen der Eireife im Eileiter festgestellt werden, so wären zur Sicherung der zellularen Homologie für die apomitotische Störung die Untersuchung der embryonalen Eibildungsprozesse notwendig und die Verfolgung des Schicksals der Archioozyte, ihre Wandlung in

die Oogonie und der Nachweis der Hemmung auf diesem Lebensstadium.

Das sind noch, wie so viele andere ungelöste und auch vorläufig unlösbare Fragen: vor allem, weil die Notwendigkeit eines zytologischen Parallelismus der Störung nicht zwangsläufig gegeben, ja nicht einmal wahrscheinlich ist. —

Je schwieriger eine Kreuzung ist, je entfernter die Stammformen sind, deren Vereinigung diese seltensten Mischlinge erzeugt, desto mehr wird jeder Hybride ein Zufallsprodukt der Züchtung. Und die nächste Aufgabe wird sein, Methoden auszubilden, die den Beobachter von den Neigungen und dem Wohlwollen seiner Versuchstiere mehr und mehr unabhängig machen.

Soviel aber kann aus dem bereits heute gewonnenen Material gefolgert werden, wenn es auch noch so lückenhaft ist, wenn auch noch so viele Einzelbefunde künftig, besserer Einsicht und vor allem reichlicheren Beobachtungsmöglichkeiten gegenüber, sich als unzulänglich erweisen mögen, woran nicht im mindesten zu zweifeln ist: es kann kein Zufall sein, dass die Keimdrüsen von Männchen und Weibchen der beobachteten Mischlingsformen in einer gut erkennbaren, gesetzmässig geordneten Reihe parallel entarten: d. h, dass die Reihe der Männchen, geordnet nach der Intensität der Störung in der Samenbildung, der Reihe der weiblichen Hybridenformen genau entspricht, wenn man sie — unter kritischer Würdigung aller Fehlerquellen (Brunstausfall der Stammform in der Gefangenschaft, vgl. Nettium, Abt. IV) — zusammenstellt.

Es müssen unbekannte und leider auch noch vollkommen rationell unfassbare gemeinsame Bedingungen sein, die zwangsläufig der Samenzelle auf einem bestimmten Stadium ihrer Entwicklung ein unüberwindliches Hemmnis entgegenstellen und die in genau parallelem Grade die Eierstöcke in ihrem Keimzellgehalte entarten und an Eiern verarmen heissen.

Wie für den Hoden, so lässt sich auch für den Eierstock erweisen, dass es nicht irgendwelche spezifischen Entartungen sind, denen die Keimdrüsen zum Opfer fallen. Wie z. B. die Kryptorchidie beim Hengste ganz ähnliche Bildungen durch äussere Hemmungsmechanismen schafft, wie sie innere Bedingungen im Hybridenhoden herbeiführen (1911, S. 231), so entstehen auch bei arrhenoidaler Version des Vogelorganismus, wie später noch

einmal gezeigt werden wird, Entartungsbilder, die an die Degeneration durch Kreuzung anklingen.

Nur hypothetisch zugänglich ist für den heutigen Stand der Forschung die Art und Weise der Entstehung dieser Kreuzungsentartungen und ihrer Stufenfolge.

Diese Arbeitshypothese knüpft an die alte Vorstellung an, dass fruchtbare Mischlinge zweier Stammarten gemeinhin dann beobachtet werden, wenn die Elterformen sich verwandtschaftlich sehr nahe stehen; dass Unfruchtbarkeit der Hybriden bei entfernteren stammesgeschichtlichen Beziehungen der Erzeuger eintrete.

Sie führt diesen Gedankengang dahin weiter aus, dass die hochgradigere Entartung der Fortpflanzungsmechanismen ja auch eine hochgradigere Verschiedenheit der Erbmassen bedeute, die von den Stammformen dem Mischlinge übertragen worden.

Eine grundsätzliche Bemerkung aber gilt gemeinsam für alle diese Einteilungen und Stufengrade der Störung bei der Keimzellbildung der Mischlinge. Durch die Schärfe der betonten Gegensätze darf in keiner Weise und unter keinen Umständen der Anschein entstehen, als ob hier haarscharfe, unvermittelte Gegensätze walteten, unüberbrückte Trennungslinien die Stufen abgrenzten. Das würde von schlechtem Verständnis für das Wesen aller Naturvorgänge zeugen und eine Arbeitshypothese auch nur, die dergleichen bei einem Naturgeschehen forderte und voraussetzte, trüge von vornherein den Stempel der Unwahrscheinlichkeit, der Unvereinbarkeit mit den wirklichen Ablaufsmöglichkeiten an der Stirne.

Alles Naturgeschehen ist ein Kontinuum. Und die Stufen und Absätze, die wir uns in die steile, glatte Felswand der Erscheinungen hineinschlagen, dienen nur dem ordnenden Verstande als Hilfsmittel, um dem Gipfel der Erkenntnis näher zu klimmen.

So dürften auch in der Natur alle Übergänge zwischen den einzelnen Hemmungsvorgängen in der Samenbildung einmal vorkommen, so müssen auch alle Entartungsformen der Eierstöcke sich aneinander anknüpfen lassen und das ist in der Tat schon bei den vorliegenden geringen Beobachtungsmaterialien zum Teil erfüllt.

Diese Arbeitshypothese ist ein brauchbares Abbild des wirklichen Geschehens dann auch insofern, als auch die Verwandt-

schaft der Lebensformen nach der Zusammensetzung aus Erbeinheiten beurteilt, eine kontinuierliche Folge ist. Die Zahl ihrer Abstufungen ist Legion, und es steht nur im freien Ermessen unserer verstandesgemässen Nachbildung, das Differential der einzelnen Stufengrade der Grenze beliebig anzunähern.

Diese prinzipielle Ähnlichkeit der beiden Vorgänge: der Differenzierung der verwandten Formen und die steigende Unvereinbarkeit der Erbmassen bleibt ein Spiel mit Worten, solange nicht im Versuche prüfbare Fragestellungen aus den hypothetischen Annahmen fliessen, die diese zu stützen oder zu stürzen vermögen.

Eine der experimentell erfassbaren Stützen dieser Hypothese ist in der Tat die Notwendigkeit, dass die Grade der Entartung bei beiden Geschlechtern parallel gehen müssen, wenn anders in der Tat die stammeskundliche Verwertung der Störungen in den Keimorganen einen vernünftigen Sinn haben soll.

Und dieser Parallelismus hat sich an der Hand des vorläufig vorliegenden Materials bis jetzt noch nicht durchbrochen gezeigt: Eierstock und Ei kennzeichnen in Aufbau und Leistung ebenso scharf die Störungsgrade, wie die Samenbildungszelle im Hoden. Was aber die Spermiogenese leicht und mühelos erkennen lässt, das verschleiern der Erforschung die so ungleich verwickelteren Entstehungsbedingungen der Eizelle in hohem Grade.

Sie sind uns heute bekannt und wohl vertraut. In der Geschichte der Erforschung von Bau und Entstehung der weiblichen Keimdrüsen bedeutet — das haben Semon (1887) und vor allem Born (1894) in seinem bekannten Berichte über die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen aufs ausdrücklichste und mit diesen selben Worten hervorgehoben — das Erscheinen von Waldeyers Schrift: Eierstock und Ei. Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Sexualorgane, einen Wendepunkt: sie bezeichnet den Beginn der modernen Auffassungen und Vorstellungen.

Das gilt nicht nur für die normalen Geschehnisse im weiblichen Keimorgan. Auch ganz ferne Gebiete der Biologie, wie Mischlingskunde und Verwandtschaftslehre, empfangen Förderung und Aufhellung von den Erkenntnissen, die vor nunmehr 40 Jahren der Keimzellforschung neue Wege wiesen.

Literaturverzeichnis.

Brandt, A.: Anatomisches und Allgemeines über die sogenannte Hahnenfedrigkeit und über anderweitige Geschlechtsanomalien bei Vögeln. Zeitschr. f. wiss. Zool., **48**, p. 101—190, 1889.

von Brunn, A.: Die Rückbildung nicht ausgestossener Eierstockseier bei den Vögeln. Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für Jacob Henle, p. 1—8, 1882.

Cohn, Fr.: Zur Histologie und Histogenese des Corpus luteum und des interstitiellen Ovarialgewebes. Arch. f. mikr. Anat., **62**, p. 745—772, 1903.

Derselbe: Über das Corpus luteum und den atretischen Follikel des Menschen und deren cystische Derivate. Arch. f. Gynäc., **87**, p. 367—444, 1909.

Fraenkel, L.: Die interstitielle Eierstocksdrüse. Berl. klin. Wochenschr., Jahrg. **48**, p. 60—62, 1911.

Derselbe: Vergleichend-histologische Untersuchungen über das Vorkommen drüsiger Formationen im interstitiellen Eierstocksgewebe (glande interstitielle de l'ovaire). Arch. f. Gynäcol., **75**, p. 443—507, 1905.

Harper, E. H.: Fertilization of the pigeons egg. Science, N. S. **15**, Nr. 379, p. 526—527, 1902.

Heinroth, O.: Beobachtungen an Entenmischlingen. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin, Nr. 1, p. 3—4, 1906.

Derselbe: Ornithologische Ergebnisse der I. Deutschen Südsee-Expedition. Journ. f. Ornithol., p. (418), 1902.

Henneguy, L. F.: Recherches sur l'atrésie des Follicules de Graaf chez les mammifères et quelques autres vertèbrès. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, **30**, p. 1—39, 1894.

His, W.: Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.

Holl, M.: Über die Reifung der Eizelle des Huhnes. Sitz.-Ber. d. Math.-Nat. Kl. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien, Abt. 3, **99**, p. 311—370, 1890.

Immermann, F.: Über Doppeleier beim Huhn. Inaug.-Diss. Basel 1899.

Jörg: Grundlinien der Physiologie. I. Teil. Leipzig 1815.

Kroemer, P.: Die ovulogenen Neubildungen. — Die stromatogenen Neubildungen. Veits Hdb. d. Gynäc., **4**, 1, p. 213—282, 301—403, 1908.

Lecaillon, A.: La parthénogenèse naturelle rudimentaire Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, 7. Ser., Tome **44**, p. 235—272.

Limon, M.: Etude histologique et histogénique de la glande interstitielle de l'ovaire. Arch. d'Anatomie microscopique, **5**, p. 155—190, 1903.

Meyer, R.: Über Corpus luteum-Bildung beim Menschen. Arch. f. Gynäc., **93**, p. 354—404, 1911.

von Nathusius, S.: Die bisherigen Ergebnisse der Kreuzungsversuche mit dem Gayal (Bibos frontalis) im Haustiergarten des Landw. Instituts der Universität Halle. Kühn, Arch., **1**, p. 61—105, 1911.

Pearl, R.: The relation of the results obtained in breeding Poultry for increased egg production to the problem of selection. Proc. 30 Meeting Soc. Prom. Agr. Sci., p. 1—8, 1910.

Poll, Heinrich: Mischlingsstudien I. Der Geschlechtsapparat der Mischlinge von Cairina moschata (L.) ♂ und Anas boscas var. dom. L. ♀. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde, Nr. 1, p. 4—7, 1906.

Derselbe und Tiefensee, W.: Mischlingsstudien II. Die Histiologie der Keimdrüsen bei Mischlingen. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde, Nr. 6, p. 157—167, 1907.

Derselbe: Mischlingsstudien III. System und Kreuzung. Sitz.-Ber. d. Ges. nafurf. Freunde, Nr. 6, p. 127—139, 1908.

Derselbe: Keimzellenbildung bei Mischlingen (Mischlingsstudien IV). Verh. der Anat. Ges. 2. Int. Kongr. in Brüssel 1910. Erg.-Heft zum Anat. Anz. Bd. 37, 1910, p. 32—57.

Derselbe: Demonstration auf der 22. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft zu Berlin. Erg.-H. zum Anat. Anz., Bd. **32**, p. 304, 1908.

Derselbe: Zur Lehre von den sekundären Sexualcharakteren. Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde, Nr. 6, Jahrg. 1909, p. 331—358.

Derselbe: Mischlingsstudien V: Vorsamenbildung bei Mischlingen. Arch. f. mikr. Anat. **77**, Abt. 2, p. 210—239, 1911.

Rabl, H.: Beitrag zur Histologie des Eierstocks des Menschen und der Säugetiere nebst Bemerkungen über die Bildung von Hyalin und Pigment. Anat. Hefte, I. Abt., Bd. 11, p. 109—220, 1899.

Seitz, L.: Die Follikelatresie während der Schwangerschaft, insbesondere die Hypertrophie und Hyperplasie der Theka interna-Zellen (Theka-Luteinzellen) und ihre Beziehungen zum Corpus luteum. Arch. f. Gynäcol., **77**, p. 203, 1906.

Sobotta, J.: Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Arch. f. mikr. Anat., **45**, p. 15—92, 1895.

Derselbe: Über die Bildung des Corpus luteum bei der Maus. Arch. f. mikr. Anat., **47**, p. 261—308, 1896.

Derselbe: Über die Bildung des Corpus luteum beim Kaninchen nebst einigen Bemerkungen über den sprungreifen Follikel und die Richtungsspindeln des Kaninchens. Anat. Hefte, I. **8**, 26 H., p. 469—524, 1897.

Derselbe: Über die Entstehung des Corpus luteum der Säugetiere. Ergeb. d. Anat. u. Entw., **8**, p. 923—950, 1899.

Derselbe: Über die Richtungsteilungen des Säugetiereies, speziell über die Frage der Zahl der Richtungskörper. Verh. d. Phys.-Med. Ges. zu Würzburg, N. F., Bd. **39**, p. 241—261, 1908.

Tafani, A.: I primi momenti dello sviluppo dei mammiferi. Atti R. Mitulo Stud. Sup. Firenze. Atti Accad. dei Linrei Rend (4) 5. Arch. ital. de Biol., 11, 1899.

Tandler, J.: Über den Einfluss der innersekretorischen Anteile der Geschlechtsdrüsen auf die äussere Erscheinung des Menschen. Wiener Klin. Wochenschrift **23**, Nr. 13, 1910.

Waldeyer, W.: Eierstock und Ei. Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Sexualorgane. Leipzig 1870.

Wallart, J.: Untersuchungen über das Corpus luteum und die interstitielle Eierstocksdrüse während der Schwangerschaft. Zeitschr. f. Geburtshilfe u. Gynäc., **63**, p. 520—536, 1908.

Derselbe: Untersuchungen über die interstitielle Eierstocksdrüse beim Menschen. Arch. f. Gynäc., **81**, p. 271—339, 1907.

Erklärung der Abbildungen[1]) auf Tafel V—VIII.

Bezeichnungen:

af = atretischer Follikel
be = Bindegewebe-Einschlüsse
bg = Bindegewebe
bl = Blutkörperchen
cy = Cysten
d = Dotter
e = Ei
ep = Keimepithel.
f = Fettgewebe
fa = Follikelanschnitt
fe = Follikelepithel
g = Gerinnsel
ga = Ganglion
ge = Blutgefässe
gf = grosser Follikel
i = interstitielle Zellengruppen
lc = Lymphocyten
lo = linkes Ovar
lp = linkes Parovar
ly = Lymphgefässe
lyf = Lymphfollikel
o = Ovarium
p = Parovar
ro = rechtes Ovar
rp = rechtes Parovarium
thi = Theka interna
vc = Vena cava
ve = Vorrats-Eier

Abb. 1. Ansicht des Eierstocks einer Stockente, Anas boscas L., im Oktober. Nr. 450. Vergr. 6 mal. Überzeichnetes Photogramm.

Abb. 2. Ansicht des Eierstocks eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 18. Vergr. 6 mal. Überzeichnetes Photogramm.

Abb. 3. Ansicht des Eierstocks eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 29. Vergr. 6 mal. Überzeichnetes Photogramm.

Abb. 4. Ansicht des Eierstocks eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 9. Vergr. 6 mal. Überzeichnetes Photogramm.

[1]) Wie die überaus sorgfältige und gewissenhafte Anfertigung der Abbildungen zu dieser Arbeit bin ich Frl. M. Pflug, Assistentin der photographischen Lehranstalt des Lette-Hauses in Berlin (Abb. 1—4), und vor allem Frau E. Schultz-Hencke (Abb. 5—8, 16—26, 31—34, 36—39) zu grossem und herzlichem Danke verpflichtet.

Abb. 5. Schnitt durch den ganzen Eierstock einer Stockente im Oktober, Anas boscas L., Nr. 450. Zenkersche Flüssigkeit Pikroindigokarmin-Magentarot. Lupen-Obj. 1*, Ok. 3. Leitz Vergr. 25.

Abb. 6. Schnitt aus einem Eierstock einer zweijährigen Türkenente. Cairina moschata (L.), Nr. 497. Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3. Ok. 1, Leitz. Vergr. 50.

Abb. 7. Schnitt aus dem Eierstock einer zweijährigen Türkenente, Cairina moschata (L.), Nr. 97. Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 4, Leitz. Vergr. 480.

Abb. 8. Schnitt durch den Eierstock einer zweijährigen Türkenente, Cairina moschata (L.), Nr. 97. Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3, Ok. 4, Leitz. Vergr. 100.

Abb. 9. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Tadorna tadorna (L.) ♂ × Casarca tadornoides (J. u. S.) ♀, Brandenpel × australische Kasarka. Mischling Nr. 167 (Abt. VIII). Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50. Photogramm.

Abb. 10. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Chloephaga poliocephala Scl. ♂ × Casarca variegata (Gm.) ♀, Graukopfgansert × schwarze Kasarka. Mischling Nr. 172 (Abt. IX), Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50. Photogramm.

Abb. 11. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Tadorna tadorna (L.) × Alopochen aegytiacus (L.), Brandente und Nilgans. Mischling Nr. 164 (Abt. VII). Zenkersche Flüssigkeit. Haematoxylin-Pikrofuchsin. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50. Photogramm.

Abb. 12. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Streptopelia risoria (L.) × Turtur turtur (L.), Lachtaube × Turteltaube. Mischling Nr. 165 (Abt. XXI). Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50. Photogramm.

Abb. 13. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Gallus sonnerati Temm. ♂ × Gallus gallus (L.) ♀, Sonnerats Hahn × Bankivahenne. Mischling Nr. 155 (Abt. XXI). Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3. Ok. 1, Vergr. 50, Leitz. Photogramm.

Abb. 14. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Carduelis carduelis (L.) ♂ × Serinus canarius (L.) ♀, Stieglitzhahn × Kanarienhenne. Mischling Nr. 161 (Abt. XXI). Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 3, Ok. 1, Vergr. 50, Leitz. Photogramm.

Abb. 15. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 15 (Abt. I). Zenkersche Flüssigkeit. Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Vergr. 39.

Abb. 16. Schnitt durch den Eierstock und durch den Rest des rechten Eierstockes eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 4 (Abt. I). Zenkersche Flüssigkeit. Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Lupen-Vergr. 16.

Abb. 17. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Anas boscas var. dom. L. ♂ × Cairina moschata (L.) ♀, Hauserpel × Türkenente. Mischling Nr. 20 (Abt. II). Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3, Ok. 4, Leitz. Vergr. 100.

Abb. 18. Follikel aus dem Eierstock eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 20 (Abt. I). Einbruch von Zellen in das Innere des Follikels. Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 1. Vergr. 220. Bei der Wiedergabe auf ⅔ der Grösse verkleinert.

Abb. 19. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Cairina. moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 20 (Abt. I). Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50.

Abb. 20. Schnitt durch den rechten Eierstocksrest und den Nebeneierstock eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 20 (Abt. I). Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50.

Abb. 21. Drei Follikel aus dem Eierstock eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 31 (Abt. I). Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50.

Abb. 22. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Cairina moschata (L.) × Anas boscas var. dom. L., Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 11 (Abt. I). Flemmingsche Flüssigkeit. Wasserstoffsuperoxyd, Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Obj. 6, Ok. 3, Leitz. Vergr. 350. Bei der Wiedergabe auf ⅔ der Grösse verkleinert.

Abb. 23. Schnitt aus dem Eierstock eines Mischlings von Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. L. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 4 (Abt. I). Zenkersche Flüssigkeit. Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Obj. Homog. Immers. 1/12, Ok. 1, Leitz. Vergr. 525.

Abb. 24. Schnitt durch die Wand eines Follikels von 1,0×0,75 mm Durchmesser aus dem Eierstock einer zwei Jahre alten Türkenente, Cairina moschata (L.), Nr. 497. Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 3, Leitz. Vergr. 350.

Abb. 25. Schnitt durch die Wand eines Follikels von 1 mm Durchmesser aus dem Eierstock eines Mischlings von Anas boscas var.

dom. L. ♂ × Cairina moschata (L.) ♀, Hauserpel × Türkenente. Mischling Nr. 50 (Abt. II). Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 6, Ok. 3, Leitz. Vergr. 350.

Abb. 26. Schnitt durch die Wand eines Follikels von 1,5 mm Durchmesser aus dem Eierstock einer Hausente, Anas boscas var. dom. L., Nr. 491. Zenkersche Flüssigkeit. Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Obj. 6, Ok. 3, Leitz. Vergr. 350.

Abb. 27. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀, Chili-Pfeiferpel × südamerikanische Spiessente. Mischling Nr. 85. (Abt. XIII.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. 20 mm Planar. Proj. Ok. 4, Zeiss. Vergr. 25. Photogramm.

Abb. 28. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀, Chili-Pfeiferpel × südamerikanische Spiessente. Mischling Nr. 79. (Abt. XVI.) Flemmingsche Flüssigkeit. Wasserstoffsuperoxyd-Hämatoxylin, Pikrofuchsin.[1]) Obj. 20 mm Planar, Ok. Proj. Ok. 4, Zeiss. Vergr. 25 Photogramm.

Abb. 29. Schnitt durch Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀, Chili-Pfeiferpel × südamerikanische Spiessente. Mischling Nr. 79. (Abt. XVI.) Flemmingsche Flüssigkeit. Wasserstoffsuperoxyd, Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Obj. 20 mm Planar, Proj. Ok. 4, Zeiss. Vergr. 25. Photogramm.

Abb. 30. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀, Chili-Pfeiferpel × Spiessente. Mischling Nr. 79. (Abt. 16.) Flemmingsche Flüssigkeit. Wasserstoffsuperoxyd, Hämatoxylin-Pikrofuchsin. Obj. 20 mm Planar, Proj. Ok. 4. Vergr. 25. Photogramm.

Abb. 31. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀, Chili-Pfeiferpel × südamerikanische Spiessente. Mischling Nr. 79. (Abt. XVI.) Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 1/12, Ok. 1, Leitz. Vergr. 525.

Abb. 32. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Dafila spinicauda (Vieill.) ♀, Chili-Pfeiferpel × südamerikanische Spiessente. Mischling Nr. 85. (Abt. XVI.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 1, Leitz. Vergr. 220.

Abb. 33. Schnitt aus dem Eierstock Cairina moschata (L.) ♂ × Anas boscas var. dom. ♀, Türkenerpel × Hausente. Mischling Nr. 30. (Abt. I.) Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 6, Ok. 3, Leitz. Vergr. 350.

[1]) Nummer, Fixation und Färbung sind in Mischlingsstudie 4 irrtümlich als 77, Zenker-Pikroindigokarmin-Magentarot anzugeben.

Abb. 34. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca sibilatrix Poeppig ♂ × Anas boscas var. nana ♀, Chili-Pfeiferpel × Stockente. Mischling Nr. 133. (Abt. XVII.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 3. Vergr. 350.

Abb. 35. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Fuligula fuligula (L.) ♂ × Mareca penelope (L.) ♀, Reihererpel × Pfeifente. Mischling Nr. 135. (Abt. XVIII.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 20 mm Planar, Proj. Ok. 4, Zeiss. Vergr. 25. Photogramm.

Abb. 36. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Fuligula fuligula (L.) ♂ × Mareca penelope (L.) ♀, Reihererpel × Pfeifente. Mischling Nr. 135 (Abb. XVIII.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 3. Vergr. 350.

Abb. 37. Schnitt durch den linken und rechten Eierstock einer Haustaube, Columba livia var. dom. Bp., kurz vor dem Ausschlüpfen. Flemmingsche Flüssigkeit. Safranin-Lichtgrün. Obj. 3, Ok. 1. Vergr. 50.

Abb. 38. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca penelope (L.) ♂ × Lampronessa sponsa (L.) ♀, Pfeiferpel × Brautente. Mischling Nr. 93. (Abt. XX.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 3, Ok. 1, Leitz. Vergr. 50.

Abb. 39. Schnitt durch den Eierstock eines Mischlings von Mareca penelope (L.) ♂ × Lampronessa sponsa (L.) ♀, Pfeiferpel × Brautente. Mischling Nr. 93. (Abt. XX.) Zenkersche Flüssigkeit. Pikroindigokarmin-Magentarot. Obj. 6, Ok. 3, Leitz. Vergr. 350.

Über die Entleerung und Beschaffenheit der menschlichen Samenflüssigkeit.

Von

Dr. med. **G. Broesike.**

Bereits vor einer längeren Reihe von Jahren hatte ich Gelegenheit, die Samenflüssigkeit eines kräftigen gesunden jungen Mannes zu untersuchen, welcher kinderlos verheiratet war und gern zu wissen wünschte, ob diese Kinderlosigkeit etwa in irgendwelchen Mängeln seiner eigenen Zeugungsorgane begründet wäre. Bei dieser Gelegenheit konnte ich einige Beobachtungen machen, welche mir geeignet schienen, die bisherige Kenntnis der Zusammensetzung und Entleerung der menschlichen Samenflüssigkeit zu ergänzen und gewisse Widersprüche der Autoren über diese Dinge klarzustellen. Ich habe diese Beobachtungen bisher nicht veröffentlicht, weil ich hoffte, dass es mir möglich sein würde, denselben durch weitere Untersuchungen eine bessere Stütze zu geben. Da sich jedoch diese Hoffnung nicht erfüllt hat und wahrscheinlich auch nicht mehr so leicht erfüllen wird, halte ich es für besser, mit der Publikation derselben nicht weiter zu zögern.

Wenn ich soeben kurzweg von der „menschlichen Samenflüssigkeit" gesprochen habe, so verstehe ich darunter die Gesamtheit der kurz vor und während einer Ejakulation abgesonderten Flüssigkeit, welche man vielleicht unter der Bezeichnung „Gesamtsamenflüssigkeit" zusammenfassen könnte. Es ist mir nicht gelungen, eine andere bessere Bezeichnung dafür ausfindig zu machen. Zur Gesamtsamenflüssigkeit würde also das Sekret der Cowperschen Drüsen bzw. vielleicht auch der Littreschen Harnröhrendrüsen, der Prostatadrüsen, der Samenblasen und der eigentlichen Samendrüsen, also der Hoden bezw. der Ductus deferentes gehören.

Aus Zeitmangel war es mir nicht möglich, die gesamte umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand, insbesondere diejenige der älteren Autoren, einem genaueren Studium zu unterziehen. Ich konnte mich nur an das halten, was darüber in

den neueren grossen Handbüchern der Anatomie und Physiologie berichtet wird. Unter den letzteren möchte ich ganz besonders die vortrefflichen Arbeiten über die männlichen Geschlechtsorgane von Eberth in dem grossen Handbuch der Anatomie von Karl von Bardeleben, sowie von Nagel in seinem grossen Handbuch der Physiologie hervorheben. In denselben ist offenbar unter Berücksichtigung der gesamten einschlägigen Literatur alles Wichtige so sorgfältig zusammengetragen, dass ich wohl darauf verzichten konnte, diese Literatur, zumal in einer kleineren Mitteilung, noch einmal ausführlich durchzuarbeiten und hier als raumfüllendes Material wiederzugeben. Sollte aber die eine oder die andere meiner von dem Inhalt der ebengenannten grossen Werke abweichenden Beobachtungen und Ansichten bereits von einem anderen Autor beschrieben oder geäussert sein, was ich allerdings vorläufig bezweifle, so möchte ich nur von vornherein konstatieren, dass dieselben sich dann offenbar bisher keine Geltung verschafft haben und dass meine Mitteilungen immerhin das Verdienst einer Bestätigung derselben haben würden.

Um nun zu meinen eigenen Beobachtungen zu kommen, so finde ich zunächst in den eben erwähnten und anderen grossen Handbüchern durchweg die Angabe, dass die bei einer Ejakulation entleerte Gesamtsamenflüssigkeit ein „Gemenge“ oder „Gemisch“ des Sekretes der Cowperschen Drüsen, der Prostatadrüsen, der Samenleiter, Samenblasen des Hodens und Nebenhodens sei. So sagt z. B. v. Ebner in Köllikers Handbuch der Gewebelehre: „Der entleerte Samen ist ein Gemenge reinen Samens und der Absonderungen der Ampullen der Samenleiter, der Samenbläschen, der Prostata und der Cowperschen Drüsen. Derselbe ist eher farblos, schillernd, von alkalischer Reaktion und eigentümlichem Geruche; bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie Eiweiss, wird derselbe beim Erkalten gallertig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssig . . .“ Ähnlich sagt Eberth: „Das Ejakulat ist ‚ein Gemisch von Säften‘, bestehend aus den verschiedenen drüsigen Produkten des Hodens, Nebenhodens, Ductus deferens der Samenblasen, der Prostata der Cowperschen Drüsen und der Urethralschleimhaut. Er ist von leicht alkalischer Reaktion und erstarrt besonders durch den Anteil des zähen Samenblasen- und auch des Prostatasekretes zu einer gallertigen Masse usw.“

In ähnlicher Weise äussern sich auch noch andere Autoren. Dieser Darstellung kann ich nun nach meinen Beobachtungen in keiner Weise beipflichten, da sie geeignet ist, ganz falsche Vorstellungen zu erwecken. Die frisch ejakulierte Flüssigkeit bietet weder ein gleichmässiges Gemisch der erwähnten Geschlechtsdrüsensekrete, noch kann man dieselbe makroskopisch, ja selbst nicht einmal mikroskopisch nachweisbar als ein Gemenge derselben bezeichnen. Dass diese Vorstellung zur Geltung gekommen ist, ist wohl dadurch zu erklären, dass die bisherigen Samenuntersuchungen beim Menschen meistens, wie z. B. von Lode, in der Weise vorgenommen wurden, dass der Inhalt von Condoms untersucht wurde, welche bei der Kohabitation benutzt worden waren. Hier müssen sich ja natürlich aus rein mechanischen Gründen die Sekrete der verschiedenen Geschlechtsdrüsen mengen oder auch teilweise mischen. Ein solches Gemisch oder Gemenge scheint sich jedoch nach den Mitteilungen von Fürbringer (Eulenburgs Realencyclopädie, Bd. XVII, S. 233) mitunter unter pathologischen Verhältnissen, bei der sogenannten Spermatorrhoe oder Prostatorrhoe, vorzufinden. Oder hat vielleicht Fürbringer auch nur aufgefangenen Condominhalt untersucht? Unter normalen Verhältnissen verhält sich jedoch die durch Onanie gewonnene frische Ejakulationsflüssigkeit in folgender Weise:

Während einer jeden längeren Erektion erscheint schon vor der Ejakulation in der Harnröhrenmündung eine wasserhelle geringe Menge einer klaren schleimartigen und alkalisch reagierenden Flüssigkeit, von welcher Eberth ganz richtig vermutet, dass dieselbe als Sekret der Cowperschen Drüsen anzusehen ist und auf deren Bedeutung ich späterhin noch einmal zurückkommen werde. Die darauffolgende eigentliche Ejakulation vollzieht sich alsdann in drei Akten, zwischen denen sich sogar jedesmal eine deutliche Pause konstatieren liess. Nachdem mir dies bei der ersten derartigen Untersuchung bereits aufgefallen war, gelang es mir bei der darauffolgenden sogar, jede der drei auf diese Weise entleerten Flüssigkeiten gesondert aufzufangen und mikroskopisch zu untersuchen. Ich möchte noch hinzufügen, dass der betreffende junge Mann den letzten Coitus etwa 14 Tage vor derjenigen Ejakulation ausgeübt hatte, welche ich zuerst untersuchen konnte. Zwischen der ersten und zweiten von mir

untersuchten Ejakulation mochte ziemlich die gleiche Zwischenzeit liegen.

Die im ersten Akt entleerte Flüssigkeit zeigte sich dünnflüssig und milchig getränkt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte als besonders charakteristische Elemente zahlreiche Körnchenkugeln und Körnchen verschiedener Grösse, spärliche zylindrische Drüsenepithelien und Pigment in Form von einzelnen Körnern: somit charakterisiert sich diese Flüssigkeit ohne Zweifel als Sekret der Prostata, wie es sehr zutreffend auch von Fürbringer (l. c., Bd. XVI, S. 55) geschildert worden ist. Ob diese Flüssigkeit den charakteristischen Spermageruch zeigte, wie dies dieser Autor für das Prostatasekret angibt, darauf habe ich nicht geachtet. Jedenfalls konnte ich in derselben keine Spur von Spermatozoen auffinden. Was die eben erwähnten Körner und Körnchenkugeln betrifft, so sollen dieselben nach Fürbringer lecithinreich sein, nach Eberth ganz aus Lecithin bestehen, was ja anscheinend auch von anderen Autoren angenommen wird.

Die im zweiten Akt entleerte Flüssigkeit zeigte alle Charaktere des eigentlichen Sperma: es war eine weisslich milchige, fadenziehende, klebrige Masse, welche makroskopisch leicht mit dem Prostatasekret verwechselt werden kann und wahrscheinlich oft genug verwechselt worden ist. Dieses ähnliche Aussehen beider Flüssigkeiten mag wohl zum Teil sicher damit zusammenhängen, dass dem ejakulierten Sperma stets etwas Prostatasekret beigemischt sein dürfte. Allerdings finde ich in meinen Aufzeichnungen keinerlei Notiz, dass sich in dieser, im zweiten Akt entleerten eigentlichen Samenflüssigkeit die charakteristischen Lecithinkörner des Prostatasekretes vorfanden. Dass derartige Körner trotzdem, wenn auch nur in geringerer Menge, in der Flüssigkeit vorhanden waren, möchte ich jedoch nicht bezweifeln, da das Prostatasekret doch unmittelbar vor der letzteren die Harnröhre passiert hatte. Dagegen fanden sich hier statt der Lecithinkörner ausserordentlich zahlreiche Spermatozoen vor. Von den letzteren war der weitaus grösste Teil zwar von normalem Aussehen, aber völlig unbeweglich. Neben diesen anscheinend abgestorbenen Elementen fanden sich aber solche mit ausserordentlich lebhafter Beweglichkeit vor, welche wie die Fische in der Flüssigkeit mit grosser Schnelligkeit hin und her

schossen, sowie solche mit mässiger Beweglichkeit und noch andere, welche sich nur sehr schwach hin und her bewegten. Es waren somit alle Zwischenstufen zwischen den vollwertigen reifen, äusserst mobilen und den gänzlich unbeweglichen Spermatozoen vertreten. Daneben fanden sich auch lädierte Samentierchen, wie z. B. solche mit gebrochenem Hals vor, bei denen noch mangelhafte Beweglichkeit vorhanden war.

Die im dritten Akt entleerte Flüssigkeit zeigte die charakteristischen Merkmale des Samenblasensekretes: sie war von leicht gelblicher, zäher, in sich kohärenter Beschaffenheit und ist zutreffend mit gequollenem Sago verglichen worden. Die Flüssigkeit war im übrigen klar und durchsichtig; eine hier und da vorhandene weissliche Trübung war auf das Vorhandensein von abgestossenen Epithelzellen zurückzuführen. Spermatozoen konnte ich im Innern dieser Samenblasenflüssigkeit nicht nach weisen. In der Peripherie derselben, namentlich dort wo dieselbe mit dem eigentlichen Sperma in Berührung gekommen war, mögen sie selbstverständlich hier und da vorhanden gewesen sein.

Es gelang mir schliesslich, den betreffenden Mann noch zu einer dritten Samenuntersuchung zu bewegen, welche etwa 24 Stunden nach der soeben geschilderten zweiten vorgenommen wurde. Ob die Menge der ejakulierten Flüssigkeit vermindert war, habe ich nicht beachtet, doch war das Sekret im ganzen erheblich dünnflüssiger geworden. Das eigentliche Sperma zeigte jedenfalls bei mikroskopischer Untersuchung noch reichliche Spermatozoen, welche indessen sämtlich nur eine verminderte Beweglichkeit besassen und sich im übrigen alle in dem gleichen Entwicklungsstadium befanden. Vollständig reife, lebhaft bewegliche oder gänzlich unbewegliche, abgestorbene Spermatozoen waren hier jedenfalls nur in so geringer Menge vorhanden, dass mir dieselben nicht besonders auffielen. Liess ich endlich die Ejakulationsflüssigkeit in einem zugedeckten Schälchen bei Zimmertemperatur (im Sommer) 24 Stunden lang stehen, so waren das Prostatasekret und die Spermaflüssigkeit ineinander geflossen, so dass man beide nicht mehr voneinander unterscheiden konnte. Das Sekret der Samenblasen behielt noch längere Zeit seine Selbständigkeit und fing dann erst an sich zu verflüssigen, ohne sich jedoch nachweisbar mit den anderen

beiden Sekreten zu mischen. Demzufolge möchte ich auf Grund der bereits bekannten und meiner eigenen Beobachtungen über die Beschaffenheit und Bedeutung der einzelnen Teile der Gesamtsamenflüssigkeit folgende Meinung äussern.

I. Das Sekret der Cowperschen Drüsen.

Nach den Mitteilungen von Eberth (l. c., S. 167) scheint die Bedeutung dieses Sekretes noch keineswegs völlig klargestellt. Dieser Autor sagt darüber: „Stammt die schleimartige und alkalisch reagierende Flüssigkeit, die bei geschlechtlicher Erregung in der Mündung der Harnröhre erscheint, aus den Cowperschen Drüsen, dürften diese als zum Geschlechtsapparat gehörig betrachtet werden und ihr Produkt könnte vermöge seiner alkalischen Eigenschaften bestimmt sein, die von der Miktion noch übrige saure Reaktion der Harnröhrenmucosa, welche der Bewegung der Spermien schädlich ist, zu kompensieren (Huschke, Stilling)." Schon vorher sagt derselbe Autor: „Das Sekret der glandulo-bulbären Drüsen ist vielleicht, wie Henle vermutete, die schleimartige Flüssigkeit, die zuweilen mit den letzten Tropfen Harnes aus der Urethra sich entleert und bestimmt sein mag, die Harnröhre mit einem schlüpfrigen Überzug zu versehen." Ich glaube nun, man kann sich diesen Vermutungen von Henle und Eberth ganz positiv und ohne Bedenken zunächst dahin anschliessen, dass das Sekret der Cowperschen Drüsen in erster Linie dazu bestimmt ist, die Harnröhre mit einem schlüpfrigen Überzug zu versehen, welcher die Passage der Ejakulationsflüssigkeit erheblich erleichtert. Dass die bei längerer geschlechtlicher Erregung aus der Harnröhrenmündung hervortretende Flüssigkeit in der Tat diese Aufgabe hat, dafür spricht schon ein Vergleich mit den Cowperschen Drüsen des Weibes, deren Absonderungsprodukt ja wohl ganz unzweifelhaft dazu dient, das Vestibulum für die Kohabitation schlüpfrig zu machen. Dass jedoch diese schon während der Erektion entleerte Flüssigkeit wirklich aus den Cowperschen Drüsen stammt, scheint mir schon deswegen sehr wahrscheinlich, weil die Cowpersche Drüse zwischen die Muskelfasern des Trigonum urogenitale eingebettet ist, durch deren Kontraktion ja erst die eigentliche Erektion zustande kommt. Kontrahieren sich also bei der Erektion diese Muskelfasern, so wird dadurch zugleich ein Druck auf die Cowperschen Drüsen

ausgeübt, welcher das Sekret derselben in die Harnröhre presst. Man könnte höchstens annehmen, dass diese Flüssigkeit aus den Urethraldrüsen stammt, über deren Bedeutung eigentlich in den grossen Handbüchern nirgends eine Vermutung zu finden ist. Dazu würde aber gehören, dass während der Erektion auch die glatte Musculatur der Pars membranacea urethrae kontrahiert wäre, wofür wir keinen Anhalt haben, da im Gegenteil sich dieser Abschnitt der Urethrae dabei stets weich und kompressibel anfühlt, wie dies schon Henle sehr richtig betonte. In zweiter Linie kann das alkalische Sekret der Cowperschen Drüsen natürlich dazu dienen, die etwa bei einer Entleerung in der Harnröhre zurückgebliebenen sauren Harnreste zu neutralisieren. Indessen würde dieser Indikation auch das alkalische Prostatasekret vollauf genügen, von dem ich ja nachgewiesen habe, dass dasselbe bei der Ejakulation in relativ reichlicher Menge dem eigentlichen Sperma vorangeht. Was endlich die von Henle ausgesprochene Vermutung betrifft, dass die schleimartige Flüssigkeit, welche sich zuweilen nach seinen Beobachtungen mit den letzten Tropfen Harns aus der Urethra entleert, als Sekret der Cowperschen Drüsen aufzufassen sei, so muss ich zunächst bemerken, dass ich selbst eine ähnliche Beobachtung nie gemacht habe und man zunächst versucht wäre, an die bekannte „goutte militaire" zu denken. Immerhin lässt sich aber diese Beobachtung zwanglos auch auf andere Weise deuten. Bekanntlich werden zum Schluss einer jeden Harnentleerung die letzten Tropfen des Harns durch mehrere kräftige Kontraktionen des M. bulbocavernosus nach aussen entleert. Nun erstrecken sich aber die Ausführungsgänge der Cowperschen Drüsen vom Bulbus urethrae aus noch eine beträchtliche Strecke weit in die Pars cavernosa urethrae hinein. Diese Ausführungsgänge sind dabei grösstenteils im Bereich des M. bulbocavernosus gelegen. Wenn dieselben nun zur Zeit einer Harnentleerung mit Sekret gefüllt sind, so müsste das letztere zugleich mit den letzten Harntropfen durch die Kontraktion dieses Muskels nach aussen befördert werden. Immerhin glaube ich aus den angegebenen Gründen, dass das schleimähnliche Sekret der Cowperschen Drüsen im wesentlichen dazu dient, vor einer Erektion die Innenfläche der Harnröhre behufs leichterer Passage der Ejakulationsflüssigkeit schlüpfrig zu machen, wenngleich es natürlich

auch vermöge seiner alkalischen Beschaffenheit die saure Reaktion der Harnröhrenschleimhaut neutralisieren kann.

2. Das Sekret der Prostata.

Das Sekret der Prostata ist eine leicht flüssige, milchige, schwach alkalische, eiweissreiche, gänzlich schleimfreie Flüssigkeit, welche mikroskopisch als charakteristische Elemente die erwähnten Lecithinkörner enthält und durch den charakteristischen Spermageruch ausgezeichnet ist, der jedoch „wegen der Säuerung der Gewebe nach dem Tode schwindet" (cf. Eberth, l. c., S. 159). Wegen seiner erheblich grösseren Menge und seiner alkalischen Beschaffenheit ist das Prostatasekret zunächst in viel höherem Maße als das Sekret der Cowperschen Drüsen dazu geeignet, etwa in der Urethra vorhandene saure Harnreste zu neutralisieren, insbesondere da dasselbe dem eigentlichen Hodensekret, dem Sperma, bei der Ejakulation vorauseilt. Da sich dasselbe aber zweifellos beim Passieren des Sperma durch die Harnröhre dem letzteren bis zu einer gewissen Menge beimengt oder auch vermöge seiner verwandten chemischen Beschaffenheit beimischt, so wird dasselbe auch dazu dienen, die Spermatozoen gegen den verderblichen Einfluss des sauren Vaginalsekretes zu schützen. Vermöge seiner alkalischen Beschaffenheit ist jedoch das Prostatasekret zugleich auch imstande, die Beweglichkeit der Spermatozoen anzuregen und zu fördern. Schon Kölliker fand ja vor längerer Zeit, dass Alkalien und alkalische Salze auf die Beweglichkeit der Spermatozoen anregend wirken, während Säuren und dergleichen dieselbe hemmen. Nach den Untersuchungen von Fürbringer und Walker kann nun wohl auch darüber kein Zweifel sein, dass ein Zusatz von Prostatasekret zum Sperma die Bewegungen der Samentierchen lebhaft fördert, wenngleich es nach Fürbringer nicht mehr imstande ist, abgestorbene Spermatozoen wieder zu beleben. Allerdings finde ich bei Eberth (l. c., S. 158) die Angabe, dass nach Fürbringer der Prostatasaft sauer reagiert. Nach Poehl soll sich aber die saure Reaktion nur bei der Leiche finden. Wenngleich ich nun selbst seinerzeit nicht die Reaktion des frisch entleerten Prostatasaftes geprüft habe, so möchte ich doch mit Rücksicht auf die allgemein anerkannten Untersuchungen von Kölliker annehmen, dass die

Ansicht von Poehl zu recht besteht. Das Prostatasekret dient endlich dazu, das eigentliche Sperma unter besonderen Umständen zu ersetzen. Allgemeinerkrankungen, Ernährungsstörungen und andere Ursachen können die Neubildung der Spermatozoen beschränken oder gänzlich verhindern. Auch pflegt alsdann die Menge des abgesonderten Sperma vermindert zu sein. In diesen Fällen kann jedoch die Potentia coeundi und ejaculandi durchaus erhalten sein. Mikroskopisch ist dieser Zustand nach den Angaben der Autoren entweder durch eine grössere Zahl unausgereifter Spermien mit Protoplasmaanhängen sowie isolierter Köpfe und Schwänze oder sogar, wie bei der Azoospermie, durch das gänzliche Fehlen der befruchtenden Elemente, also der Spermatozoen, charakterisiert. Nachdem z. B. in einer Nacht zwei spermatozoenhaltige Ejakulationen erfolgt waren, enthielt ein drittes Sekret derselben Nacht keine Spermatozoen mehr (Lode). In allen diesen Fällen wird aber immer noch eine gewisse Menge des Prostata- und Samenblasensekretes entleert, wenngleich dasselbe natürlich dünnflüssiger ist und auch sonst nicht dieselben Eigenschaften besitzen dürfte, wie dies unter normalen Verhältnissen der Fall ist. Dass das Prostata- und das Hodensekret sich gegenseitig ergänzen, lehren auch die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Disselhorst, welcher fand, dass Tiere mit schwach entwickelter Prostata (Stier, Eber, Schaf, Katze) im Verhältnis zum Körpergewicht stark entwickelte Hoden besitzen, während bei Tieren mit gut entwickelter Prostata (Hund, Pferd, Mensch) diese Keimdrüsen relativ klein sind. Wo von stark entwickelten Hoden ein copiöses Spermasekret entleert wird, da kommt es nicht so ängstlich darauf an, ob wirklich ein Teil der in demselben enthaltenen Spermatozoen, sei es durch saure Harnreste, sei es durch den sauren Vaginalschleim, zugrunde geht. Wo aber der eigentliche Samen eine „kostbare" Flüssigkeit ist, musste die Natur dafür sorgen, dass derselbe durch das Prostatasekret ergänzt und geschützt werden kann.

Meine Meinung geht also — zum Teil im Einklang mit anderen Autoren — dahin, dass das Sekret der Prostata dazu dient, erstens die Spermatozoen vor dem verderblichen Einfluss der in der Urethra enthaltenen sauren Harnreste und des sauren Vaginalschleimes zu schützen, zweitens die Bewegungen der Spermatozoen

zu grösserer Energie und Lebhaftigkeit anzuregen und endlich drittens bei mangelhafter Produktion oder gar beim Fehlen des eigentlichen Sperma das letztere wenigstens in gewissem Sinne zu ersetzen.

3. Das Sekret des Hodens.

Das ejakulierte Sekret des Hodens, das eigentliche Sperma, ist, wie bereits erwähnt, eine weissliche Flüssigkeit, welche leicht mit dem Prostatasekret verwechselt werden kann, zumal da dem letzteren bei der Passage durch die Urethra stets ein gewisser Teil des vor ihm entleerten Prostatasekretes beigemengt sein dürfte. Immerhin kann die Menge des beigemengten Prostatasekretes nur eine geringe sein. Betreffs des Hodensekretes finde ich nun in verschiedenen Lehrbüchern, wie z. B. bei Eberth (l. c., S. 97), dass „die Bewegung der Spermatozoen im reinen Hodensekret fehlt" und „erst nach Verdünnung, wie dies bei der Ejakulation durch die Beimischung der verschiedenen Sekrete geschieht, sich einstellt". Stoehr sagt in seinem Lehrbuch der Histologie, S. 328: „Die Bewegungen der Spermien fehlen meist im reinen Sekret des Hodens und stellen sich erst ein bei Verdünnung des Samens, wie es bei der Entleerung auf natürlichem Wege durch Beimengung des Sekretes des Nebenhodens, der Samenleiterampullen, der Samenbläschen, der Prostata und Cowperschen Drüsen geschieht. In dieser Flüssigkeitsmischung erhält sich die Bewegung selbst noch einige Zeit (bis zu drei Tagen) nach dem Tode, wie eine Woche, vielleicht noch länger, im Sekrete der weiblichen Genitalien." Diese Darstellungen basieren wohl hauptsächlich auf den Untersuchungen von Walker beim Hunde, nach denen das den Hoden und Nebenhoden entnommene Sekret gar keine beweglichen Spermatozoen zeigte, während sich im Ductus deferens, insbesondere in der Ampulle desselben, eine geringe Beweglichkeit vorfand, welche sich nach Zusatz von Prostatasekret erheblich verstärkte. Dagegen fanden Exner und Nagel (Handbuch der Physiologie, Bd. 3) bei Nagetieren die Samenfäden auch schon im Nebenhoden lebhaft beweglich und auch Stoehr scheint im reinen Hodensekret (siehe oben) mitunter bewegliche Spermatozoen gesehen zu haben. Ebenso sagt v. Ebner (Köllikers Handbuch der Gewebelehre, Bd. III, S. 424): „Die Bewegungen der Samenfäden

fehlen im reinen Samen oft, da derselbe zu wenig Flüssigkeit enthält, vielmehr treten dieselben erst im Inhalt der Samenbläschen und im entleerten Samen auf, oder wenn man reinen Samen verdünnt." Danach muss man jedenfalls annehmen, dass v. Ebner derartige Bewegungen auch im reinen Hodensekret gesehen hat oder wenigstens für möglich hält. Endlich erwähnt Eberth (l. c., S. 65), dass beim Igel und Kaninchen die Samenfäden des Hodens und Nebenhodens bereits eine „sehr lebhafte" Bewegung zeigen. Ich selbst möchte mich auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und theoretischen Erwägungen der Ansicht der letzteren Autoren, wenigstens für den Menschen, anschliessen. Wie ich bereits früher ausführte, fand ich 14 Tage nach der letzten vorangegangenen Ejakulation in dem Ejakulat eines kräftigen jungen Mannes neben sehr zahlreichen unbeweglichen Spermatozoen auch eine geringere Zahl in allen möglichen Stadien der Beweglichkeit bis zu den vollreifen Exemplaren, welche sich mit grosser Energie und Schnelligkeit in der Flüssigkeit hin- und herbewegten. In diesem Falle könnte man natürlich ohne Zwang den Befund so deuten, dass die unbeweglichen Spermatozoen entweder direkt aus dem Hoden stammen oder vielleicht auch bereits abgestorben waren, während die mehr oder weniger beweglichen bereits mehr oder weniger mit dem Sekret des Nebenhodens, des Ductus deferens, sowie der Ampulle, vielleicht auch der Samenblasen (darüber noch später) und endlich der Prostata (während der Ejakulation) in Berührung gekommen wären. Als ich dann aber nach 24 Stunden ein neues Ejakulat des betreffenden jungen Mannes untersuchte, fanden sich in demselben nur Spermatozoen vor, welche eine mittlere, also mässige Beweglichkeit zeigten. Die unbeweglichen und lebhaft beweglichen Spermien wurden von mir nicht vorgefunden, wenngleich ich durchaus nicht leugne, dass derartige Exemplare noch von der vorhergehenden Ejakulation in den Samenwegen vorhanden gewesen sein und 24 Stunden später mitentleert sein konnten. Wie ist dieser Befund zu deuten? Die Bedingungen für die Beimischung der accessorischen Sekrete zu dem eigentlichen Hodensekret waren doch in beiden Fällen die gleichen! Insbesondere konnte das in der Harnröhre während der Ejakulation zurückgebliebene Prostatasekret keinen irgendwie erheblich belebenden Einfluss auf die nach demselben entleerten Sperma-

tozoen ausgeübt haben. Dies scheint auch schon deswegen unwahrscheinlich, weil das während der Ejakulation entleerte eigentliche Sperma die Harnröhre viel zu schnell passiert, um sich der bereits in der letzteren vorhandenen geringen Menge von Prostatasekret in irgendwie nennenswerter Weise beizumengen oder beizumischen. Würde sich eine solche Beimengung oder Beimischung bereits in der Harnröhre vollziehen, so hätten sich doch in meinem Falle neben den mässig beweglichen auch noch lebhafter bewegliche Spermatozoen wenigstens in geringerer Zahl vorfinden müssen. Die bewegungsfördernde Wirkung des Prostatasekretes dürfte sich also wohl hauptsächlich in der Vagina äussern, wo das Sperma mit demselben in längere Berührung kommt, da es ihm bei der Entleerung unmittelbar folgt. Meinen Befunden möchte ich also unter Bezugnahme auf die von Stöhr, v. Ebner, Exner und Nagel in bezug auf die Beweglichkeit der Spermien geäusserten Ansichten oder Beobachtungen folgende Deutung geben.

Wenn die Kohabitation in längeren Zwischenräumen erfolgt, geht die Neubildung der Spermatozoen im Hoden langsam und allmählich vor sich. Nach erfolgter Ejakulation tritt aber eine schnelle und ausgiebige Reproduktion der Spermien ein. Es kann aber auch sein, dass die im Hoden bereits fertig gebildeten Spermatozoen dann leichtere Bedingungen für ihre Weiterbewegung finden, weil die in den Hodenkanälchen abgesonderte Flüssigkeit nach der Ejakulation eine erheblich dünnere Beschaffenheit angenommen hat. Damit würden auch die Beobachtungen von Lode (Pflügers Archiv, Bd. 50) übereinstimmen, welcher fand, dass ein Ejakulat, welches sechs Tage nach der letzten Kohabitation gewonnen war, 133 Millionen Samenfäden enthielt, dass ein anscheinend wenige Stunden darauf erfolgtes Ejakulat nur die Hälfte an Samenfäden zeigte und dass ein drittes Ejakulat derselben Nacht gar keine Spermatozoen mehr besass, während bereits zwei Tage später ein neues Ejakulat 333 Millionen, also fast das dreifache an Zahl des ersten Ejakulates lieferte. Die im Hoden neugebildeten Spermatozoen besitzen bereits eine gewisse Beweglichkeit, welche dieselben immerhin befähigt, aus dem Hoden in den Nebenhoden überzuwandern. Ohne diese Annahme wäre es nicht möglich, die Tatsache zu erklären, dass bereits wenige Stunden nach einer Ejakulation, jedenfalls aber, wie in

dem von mir beobachteten Falle, 24 Stunden nach derselben sich in dem Ejakulat beträchtliche Mengen von ganz leidlich beweglichen Spermatozoen vorfanden. Man kann sich kaum vorstellen, dass in diesen Fällen die in solcher Menge entleerten Spermatozoen lediglich durch blossen „Nachschub" bis in den Nebenhoden befördert wurden. Es ist ferner auch nicht anzunehmen, dass die Spermien durch die Kontraktion von glatten Muskelfasern in den Nebenhoden befördert werden. Nach Eberth (l. c., S. 14) finden sich zwar glatte Muskelfasern „schon im äusseren Teil des Mediastinums und verlaufen meistens horizontal in der äusseren Schicht der Albuginea vereinzelt oder in Bündeln in den Seitenwänden des Hodens, wo sie, an Stärke allmählich abnehmend, auf halber Höhe des Hodens schwinden. Auch enthalten bei starker Entwicklung der Albugineamuskulatur auch die Septen neben elastischen Fasern dünne, die Blutgefässe begleitende Bündelchen glatter Muskelfasern (Spangenberg)." Immerhin bleibt aber doch die Tatsache bestehen, dass die untere Hälfte der Albuginea des Hodens derartige glatte Muskelfasern nicht besitzt. Die in diesem Teile des Hodens gebildeten Samenfäden werden also wohl in so kurzer Zeit nur durch eigene Kraft ihren Weg in den Nebenhoden finden müssen. Um die Schnelligkeit der Bewegung reifer Spermatozoen zu illustrieren, möchte ich hier nur erwähnen, dass dieselbe nach Henle in der Sekunde 0,06 mm beträgt. Dies würde also bereits in einer Minute 3,60 mm bedeuten. Es würden also auch die weniger beweglichen neugebildeten Spermien des Hodens in relativ kurzer Zeit in den Nebenhoden gelangen können. Im Nebenhoden und im Ductus deferens, mit Einschluss der Ampullen, sind aber die glatten Muskelfasern bereits derartig entwickelt, dass sie sehr leicht durch ihre Kontraktion während der Ejakulation das in ihnen befindliche Sperma hinausbefördern können.

Ich möchte also behaupten, dass auch beim Menschen und nicht bloss bei Tieren bereits im Hoden die Samenfäden eine gewisse Beweglichkeit besitzen, welche sie befähigt, in den Nebenhoden bezw. den Ductus deferens auszuwandern, wo sie sich alsdann zu voller Reife entwickeln. Diese Entwicklung zur vollen Reife, d. h. zur vollen Beweglichkeit, dürfte etwa 24—48 Stunden in Anspruch nehmen. Die Spermatozoen halten sich alsdann im Neben-

hoden und Ductus deferens bezw. den Ampullen eine gewisse Zeit (wahrscheinlich vier bis fünf Tage) in voller Reife, d. h. lebhafter Beweglichkeit, um schliesslich allmählich wieder abzusterben. In den alkalischen Sekreten des Uterus und der Tuben kann sich die Beweglichkeit erheblich länger, nach Dührssen sogar $3^1/_2$ Wochen lang, erhalten. Während der Ejakulation werden im wesentlichen die im Nebenhoden und Ductus deferens bezw. in den Ampullen befindlichen Samentierchen entleert. Höchstens könnte dabei noch durch die Muskulatur des Mediastinum testis Sperma aus dem Hoden herausgepresst werden. Unmittelbar nach erfolgter Ejakulation tritt erstens im Hoden eine verstärkte Neubildung von Spermien ein, zweitens aber scheinen die bereits vor der Ejakulation im Hoden fertig gebildeten Spermatozoen alsdann in lebhaftere Bewegung zu geraten und schon in wenigen Stunden in den Nebenhoden bezw. dessen Ausführungsgang zu gelangen. Dies ist vielleicht so zu erklären, dass nach einer Ejakulation die im Hoden, Nebenhoden und Ductus ejaculatorius befindliche Flüssigkeit erheblich dünner geworden ist, während für gewöhnlich, wie v. Ebner (l. c.) meiner Ansicht nach ganz richtig vermutet, diese Flüssigkeit dickflüssiger ist, so dass die Bewegungen der Spermatozoen behindert sind. Der neue Nachschub an Spermien wird alsdann bei einer zweiten darauffolgenden Ejakulation entleert. Erfolgt schliesslich etwa im Laufe einer Nacht noch eine dritte Samenentleerung, so enthält das Ejakulat gar keine Spermatozoen mehr (Lode), offenbar weil die im Hoden neugebildeten Spermien dann noch nicht ihre nötige Reife, d. h. also auch ausreichende Beweglichkeit, haben, um aus dem Hoden auszuwandern. Mit diesen Ansichten würden nur die von Walker beim Hunde gemachten Beobachtungen nicht übereinstimmen, nach denen sich im Hoden und Nebenhoden gar keine beweglichen, in den Ampullen sehr wenig bewegliche Samentierchen vorfanden. Wir müssen aber dabei wohl in Betracht ziehen, dass bei jeder Hündin nur ein- bis höchstens zweimal im Jahre und zwar gewöhnlich etwa im Februar und August eine Brunstperiode auftritt, während deren es zur Eilösung kommt. In der Zwischenzeit dürfte auch beim Hunde die Samenproduktion nur eine sehr geringe sein, vielleicht zeitweise ganz

aufhören, wodurch ja dann erklärt wäre, dass Walker in den Samenwegen des Hundes nur abgestorbene oder wenig bewegliche Spermien vorfand. Dass die letzteren durch Zusatz von Prostatasaft lebhafter beweglich werden, dürfte nicht anzuzweifeln sein. Dagegen hat ja schon Fürbringer nachgewiesen, dass sich abgestorbene Spermatozoen auch durch einen solchen Zusatz nicht wieder zum Leben zurückrufen lassen.

Zum Schluss kann ich es mir nicht versagen, hier die Frage aufzuwerfen, ob denn die mässig beweglichen Spermatozoen, welche in dem letzten Ejakulat, 24 Stunden nach dem vorhergegangenen, von mir vorgefunden waren, überhaupt befruchtungsfähig, also imstande waren, in das Ei einzudringen. Eine gewisse propulsive Kraft war bei denselben entschieden vorhanden. Man wird es weiterhin für die Entwicklung des Fötus kaum als gleichgültig erachten können, ob das Ei, aus dem der Fötus hervorging, von einem vollreifen lebhaft beweglichen Samentierchen oder von einem minder beweglichen befruchtet wurde, dessen Kraft vielleicht noch gerade zum Eindringen in das Ei ausreichte. Insbesondere wird auch daran zu denken sein, ob nicht das Entstehen der späteren Geschlechtscharaktere davon abhängig sein könnte, dass in dem einen Falle vollreife, in dem anderen weniger reife Spermatozoen das Ei zur Befruchtung bringen. Die Behauptung, dass das spätere Geschlecht bereits im Ei definitiv prädestiniert sei, scheint mir noch nicht genügend bewiesen. Ich möchte hier nur an die Tatsache des Knabenüberschusses bei den Geburten polygamischer und des Mädchenüberschusses bei den Geburten monogamischer Völker erinnern. Bei den ersteren werden unzweifelhaft viel weniger vollreife Spermatozoen zur Befruchtung gelangen.

Übrigens wären diese Fragen meiner Ansicht nach unzweifelhaft durch experimentelle Befruchtungsversuche bei höheren Tieren, z. B. bei Hunden, ohne allzu grosse Schwierigkeiten zu lösen. Ich muss es mir indessen versagen, mich hier über diesen Gegenstand ausführlicher zu äussern und möchte lediglich nach dieser Richtung einige Anregung gegeben haben.

4. Das Sekret der Samenblasen.

Das frisch entleerte Sekret der Samenblasen ist eine gallertige, bald mehr weissliche, bald mehr gelbliche, aber doch

durchsichtige, in sich cohärente Flüssigkeit, welche Fürbringer ganz mit Recht mit gequollenem Sago vergleicht und welche stets ganz deutlich von dem eigentlichen Sperma und dem Prostatasaft zu unterscheiden ist. Über die Bedeutung der Samenblasen und ihres Sekretes herrscht auch heute noch nicht die geringste Übereinstimmung, man kann eigentlich sagen völlige Unklarheit. Eberth (l. c.) sagt folgendes: „Die Samenbläschen sind demnach sowohl Receptacula seminis wie drüsige Organe, deren Produkt nicht nur durch seine Zusammensetzung günstig die Spermatozoen beeinflusst, sondern auch mechanisch die Befruchtung fördert, indem es das Sperma verdünnt und bei grösserer Menge die Ejakulation verstärkt. Vielleicht dient es, wie Exner vermutet, auch noch dazu, das unverbrauchte Hodensekret zu zerstören und zur Resorption zu bringen.“ Wäre aber die letztere Ansicht richtig, dann würden die Samenblasen doch keineswegs als Receptacula seminis, sondern im Gegenteil als Zerstörer der etwa dort eingedrungenen Spermatozoen zu betrachten sein. V. von Ebner (l. c., S. 476) sagt nur kurz: „Die neueren Erfahrungen über die Samenbläschen haben gegenüber der älteren Annahme von Fallopia ergeben, dass dieselben nicht Receptacula seminis sind, sondern wie schon Hunter behauptete und Kölliker entschieden aussprach, ein spezifisches Sekret absondern.“ Am entschiedensten spricht sich Nagel in seinem grossen Handbuch der Physiologie (Bd. II, S. 54) dagegen aus, dass die Samenblasen als Behälter für eine grössere Menge Sperma dienen könnten. Dies sei gänzlich ausgeschlossen, ebensowenig wären dieselben als Resorptionsstätten für den überschüssig abgesonderten Samen zu betrachten. Vielleicht könnte das Samenblasensekret zur Erhöhung der Ejakulationsmasse beitragen. Ferner sagt Nagel ebendaselbst: „Dass Verdünnung des Samens durch das Samenblasensekret notwendig wäre, um diesen funktionsfähig zu machen, ist nicht erwiesen und nicht wahrscheinlich.“ Die Annahme, dass die Samenblasen Receptacula seminis seien, gründet sich wohl hauptsächlich auf folgende Tatsachen. Zunächst konnte Fürbringer und andere Autoren konstatieren, dass bei menschlichen Leichen in 80% o, nach anderen sogar in 89% o, sich in den Samenblasen Spermatozoen vorfanden. Das Fehlen der letzteren in den übrigen Fällen sollte durch die nicht so selten vorkommende Azoospermie seine Erklärung finden. Ferner fand

Rehfisch, wie schon vor ihm Regnerus de Graaf gezeigt hatte, dass in den Ductus deferens injizierte Flüssigkeit zuerst in die Samenblasen dringt und diese füllt, bevor sie durch die Mündung des Ductus ejaculatorius am Colliculus seminalis austritt. Demgegenüber bemerkt Nagel sehr richtig, es fehle doch jeder Beweis dafür, dass die Spermatozoen nicht schon intra vitam in die Samenblasen eingedrungen sind. Auch könnten bei der Agonie eintretende Kontraktionen des Ductus deferens den Inhalt desselben bezw. der Ampullen in die nachgiebigen Samenblasen hineingetrieben haben. Dieser Erklärung steht scheinbar die Tatsache gegenüber, dass Rehfisch bei gesunden kräftigen lebenden Männern im Alter von 20—40 Jahren durch Druck vom Rectum direkt Sperma aus der Urethra entleeren konnte, dem unter 50 Fällen nur bei dreien, die an chronischer Gonorrhoe litten, die Spermatozoen fehlten. Dazu möchte ich indessen bemerken, dass in diesen Fällen die entleerten Samentierchen doch ebensogut aus den Ampullen und den Ductus ejaculatorii stammen konnten, welche bei den eben erwähnten Druckversuchen wohl zweifellos mit entleert werden mussten.

Wenn ich nun gegenüber diesen verschiedenen Meinungen auf Grund meiner eigenen Beobachtungen und unter Berücksichtigung anderer Autoren meine eigene Ansicht äussern soll, so geht dieselbe dahin, dass das Sekret der Samenblasen lediglich die Aufgabe hat, das vor ihm entleerte Hodensekret, also den eigentlichen Samen, in mechanischer Weise möglichst vollständig aus der Urethra hinauszubefördern. Das Samenblasensekret ist hierzu durch seine zähe, in sich cohärente, gallertige Beschaffenheit ganz vorzüglich geeignet. Es ist vollständig klar, dass ein grosser Teil des entleerten Hodensekretes, also des eigentlichen Sperma, in der Pars cavernosa urethrae nach der Ejakulation zurückbleiben und somit für die Befruchtung verloren gehen würde, wenn es nicht durch das nachfolgende Sekret der Samenblasen mechanisch hinausgeschoben würde. Mit dieser Auffassung stimmt zunächst die Tatsache überein, dass ich bei meinen Samenuntersuchungen in dem frisch ejakulierten, als solches deutlich kenntlichen Samenblasensekret niemals Spermatozoen vorgefunden habe. Höchstens waren sie in der Peripherie desselben vorhanden. Auch finde ich bei Nagel die Angabe, dass sich nach Fürbringer das in die

Samenblasen eingedrungene Hodensekret gegen das eigene Sekret der Samenblasen stets mit deutlicher Grenze absetzt. Ganz dieselbe Beobachtung konnte auch ich bei den von mir untersuchten Fällen frisch ejakulierter Flüssigkeit machen. Wenn also wirklich intra vitam Spermatozoen in die Samenblasen einwandern, was ich durchaus nicht für unmöglich, ja sogar für wahrscheinlich halte, so werden dieselben doch niemals in das zähflüssige Sekret der Samenblasen tiefer eindringen können, sondern sich mehr in dem Ausführungsgange oder der Peripherie des letzteren behaupten. Ihre Beweglichkeit würde in der dickflüssigen Flüssigkeit wohl bald zugrunde gehen. Dagegen wäre es vielleicht möglich, dass nach erfolgter Ejakulation, beim Vorhandensein eines dünnflüssigeren oder eines verminderten Sekretes in den Samenblasen, ein Eindringen der Spermatozoen in die letzteren erleichtert wäre. Nach erfolgter Ejakulation, bei längerem Stehen, und wohl auch längere Zeit nach dem Tode beginnt das Samenblasensekret sich schliesslich zu verflüssigen, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass sich in dem ursprünglich alkalischen Sekret irgendwelche Säuren bilden. Man kann dies wenigstens aus der Tatsache folgern, dass das letztere sich in Essigsäure löst. Derartig verflüssigtes Samenblasensekret würde aber die Spermatozoen direkt töten oder wenigstens ihre Beweglichkeit erheblich abschwächen.

Mit meiner Auffassung des Samenblasensekretes als eines rein mechanischen Beförderungsmittels stimmen auch die Beobachtungen aus der Tierwelt überein. Nach Leukart enthalten die Samenblasen verschiedener Tiere, so z. B. bei den Ratten, Mäusen und Meerschweinchen, ebenso beim Igel, ein sehr zähes, breiiges Sekret, welches nach der Ejakulation talgartig erstarrt und dann einen Pfropf bildet, welcher nach dem Coitus die Vagina verschliesst und das Ausfliessen des Samens verhindert. Auch die von verschiedenen Autoren nach Exstirpation der Samenblasen bei Tieren gewonnenen Befruchtungsresultate stehen meinen Ausführungen in keiner Weise entgegen. So fanden Camus und Gley nach Entfernung der Samenblasen die Begattungsfähigkeit erhalten, die Fruchtbarkeit jedoch sehr vermindert. Auch Steinach fand die Befruchtungsfähigkeit der männlichen Ratte nach Exstirpation der Samenblasen bei einzelnen Individuen herabgesetzt. Diese Tatsache wäre leicht dadurch zu erklären, dass

beim Fehlen des Samenblasensekretes ein grosser Teil des ejakulierten eigentlichen Sperma in der Urethra zurückbleibt und somit für die Befruchtung verloren geht. Steinach fand ferner, dass männliche Ratten nach gleichzeitiger Exstirpation der Samenblasen und der Prostata zwar ungeschwächten Geschlechtstrieb zeigten, aber trotz vielfach wiederholter Kohabitation keinerlei Befruchtung mehr erzielen konnten, obschon sich bei dem besprungenen Weibchen in der Scheide lebende Spermatozoen vorfanden. Diese Tatsachen können leicht dadurch erklärt werden, dass erstens infolge des fehlenden Samenblasensekretes nur eine erheblich geringere Menge von Sperma in die Scheide der Weibchen gelangte und auch diese geringe Menge infolge des fehlenden talgartigen Verschlusspfropfes (cf. die Beobachtungen von Leukart) wieder aus der Scheide zurückfloss. Die wenigen Spermatozoen, welche dann noch in die Scheide gelangten, dürften aber zweitens infolge des fehlenden Prostatasekretes dem sauren Vaginalschleim schutzlos preisgegeben gewesen sein und somit an ihrer Beweglichkeit soviel eingebüsst haben, dass sie nicht mehr imstande waren, bis zu den Tuben zu dringen. Übrigens fand auch Iwanoff, dass das Samenblasen- und Prostatasekret für die Befruchtung brünstiger Hunde und Meerschweinchen absolut nicht notwendig ist, da es ihm gelang, mit direkt aus dem Nebenhoden entnommenem Sekret eine solche Befruchtung zu erzielen. Diese Beobachtung muss ich im Sinne meiner Ausführungen als ganz besonders wichtig und beweiskräftig bezeichnen.

Die Samenblasen sind demnach keineswegs als Receptacula seminis aufzufassen, wenngleich es immerhin möglich wäre, dass gelegentlich lebhaft bewegliche Spermatozoen auch beim Lebenden in dieselben einwandern können. Doch ist bisher kein sicherer Beweis dafür erbracht, dass dies wirklich intra vitam jemals geschehen ist. Die an Leichen in den Vesiculae seminales vorgefundenen Spermatozoen könnten entweder nach dem Tode eingewandert sein oder auch während der Agonie durch Kontraktionen des Ductus deferens in nachgiebige Blasen hineingetrieben sein (cf. Nagel l. c.). Es ist ferner in keiner Weise nachgewiesen, dass eine Verdünnung des Samens durch das Samenblasensekret erfolgt: eine solche ist sogar infolge der syphikalischen und chemischen Eigenschaften des letzteren mit

ziemlicher Sicherheit auszuschliessen (cf. Nagel l. c.). Ebenso fehlt der Beweis dafür, dass das Samenblasensekret dazu dient, das unverbrauchte Hodensekret zu zerstören und zur Resorption zu bringen (Exner). Da dasselbe sich in frischem Zustande mit dem Hodensekret nicht mischt, kann es auch nicht dazu dienen, die Beweglichkeit der etwa mit ihm in Berührung kommenden Spermatozoen zu fördern, wozu es sonst vermöge seiner alkalischen Beschaffenheit wohl befähigt wäre. Das Sekret der Samenblasen dient also wohl ausschliesslich dazu, das bei einer Ejakulation vor ihm entleerte, in der Harnröhre zurückgebliebene Sperma auf rein mechanischem Wege aus der letzteren möglichst vollständig hinauszubefördern.

Wenngleich sich meine Untersuchungen nur auf ein einziges Individuum beziehen, so glaube ich doch unter Berücksichtigung der von anderen Autoren gewonnenen Resultate folgende Behauptungen aufstellen zu können:

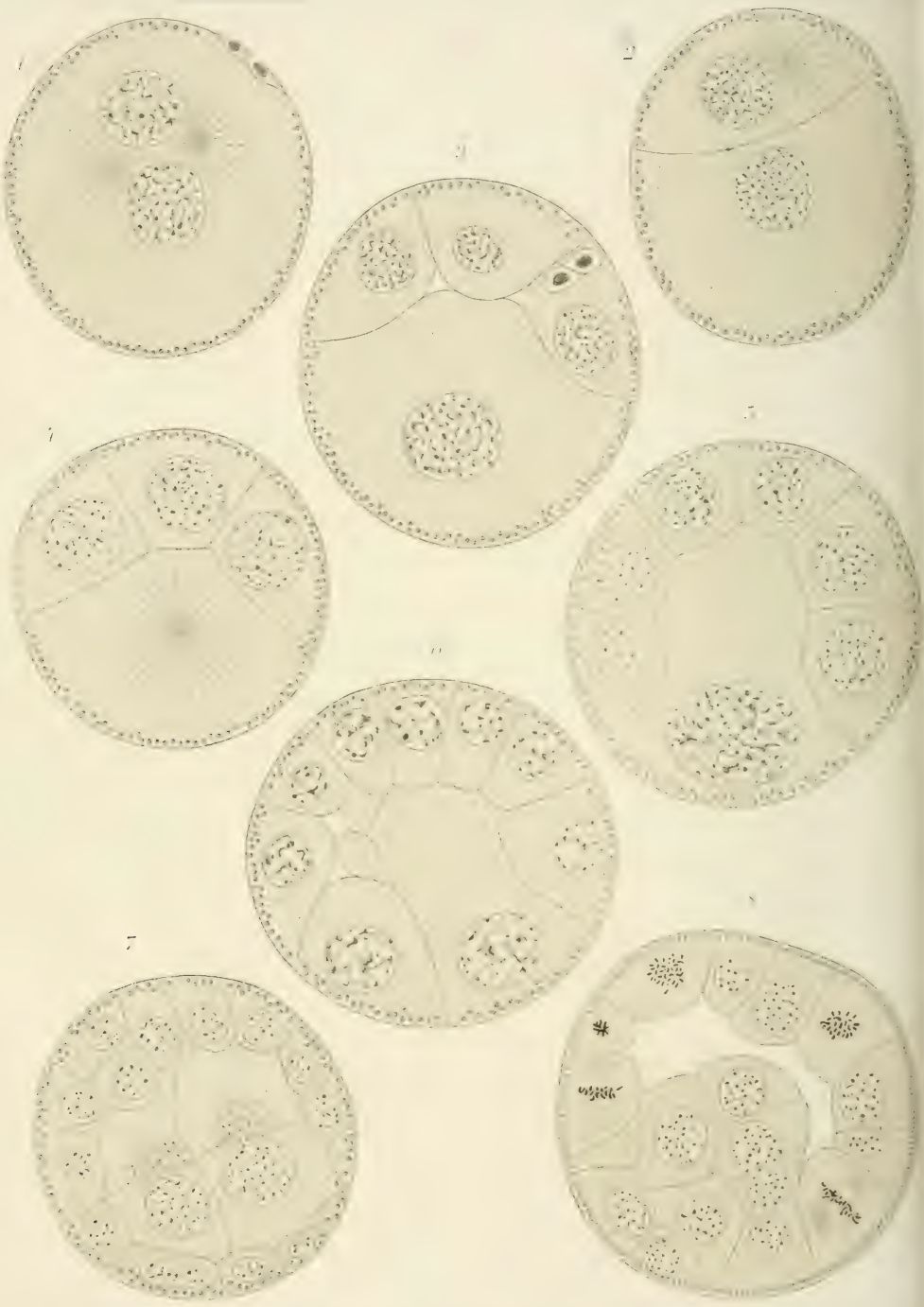
1. Die bei einem Ejakulat entleerte Gesamtsamenflüssigkeit stellt nicht, wie dies jetzt allgemein angenommen wird, ein „Gemisch“ oder „Gemenge“ des eigentlichen Sperma, d. h. des Hodensekretes, mit demjenigen der sog. accessorischen Geschlechtsdrüsen dar, sondern die Entleerung vollzieht sich — nachdem bereits bei der vorangegangenen Erektion die Cowperschen und vielleicht auch die Urethraldrüsen ihr Sekret in die Urethra ergossen haben — in drei deutlich getrennten Akten, indem zuerst das Prostatasekret, sodann das spermienhaltige Sekret des Hodens, endlich das Samenblasensekret ejakuliert wird.
2. Das schleimartige, schwach alkalische Sekret der Cowperschen Drüsen dient hauptsächlich dazu, die Schleimhaut der Harnröhre schlüpfrig zu machen und auf diese Weise die Ejakulation zu erleichtern. In geringerem Grade vermag dasselbe wohl auch vermöge seiner alkalischen Beschaffenheit die saure Reaktion der Harnröhrenmucosa zu neutralisieren.

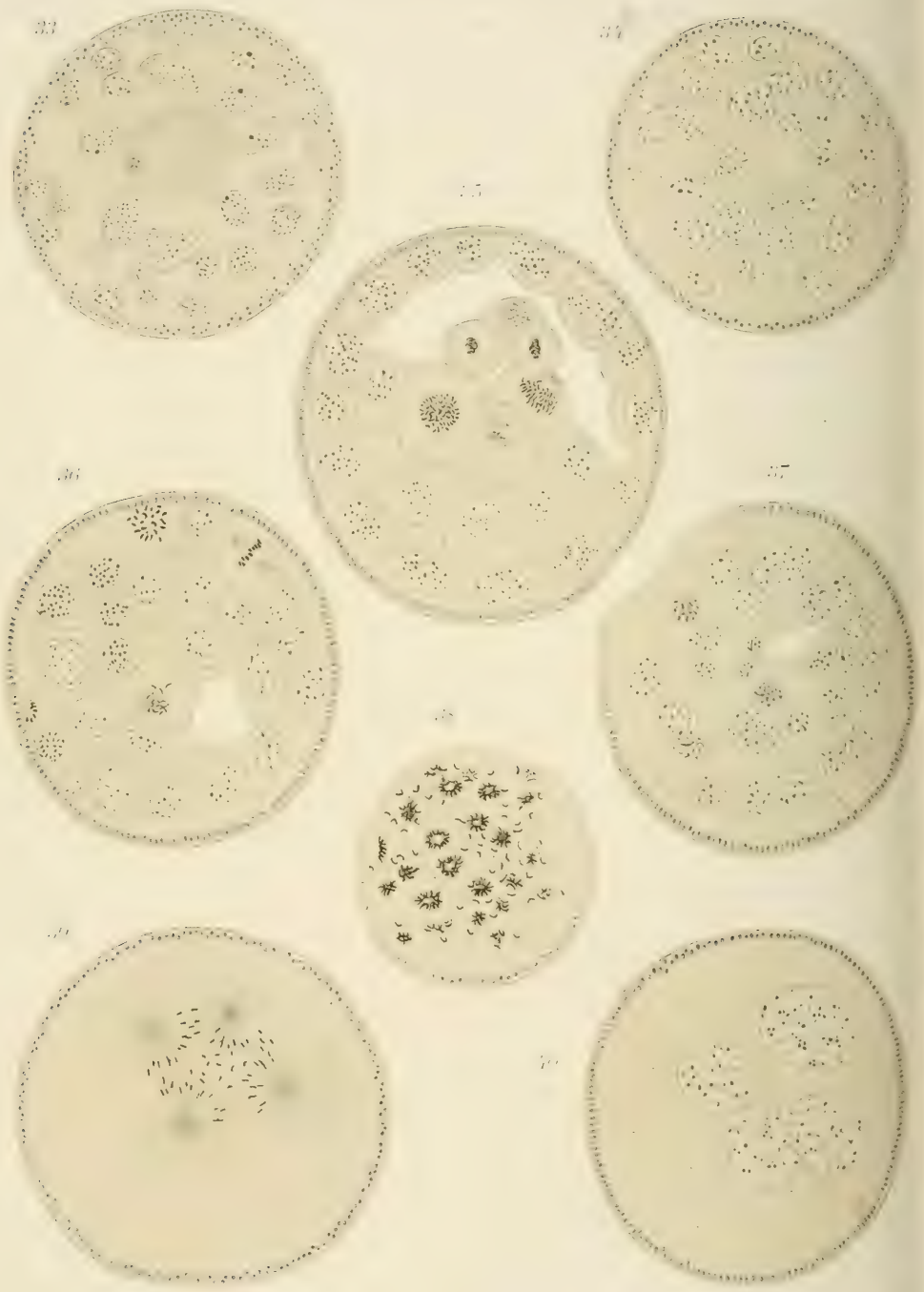
3. Das ebenfalls alkalische, schleimfreie, proteinartige Prostatasekret dient schon vermöge seiner grösseren Masse in viel höherem Grade dazu, die ihm bei der Ejakulation nachfolgenden Spermatozoen vor den in der Harnröhre zurückgebliebenen sauren Harnresten und vor dem sauren Vaginalschleim zu schützen, deren Säure die Beweglichkeit der Spermatozoen herabsetzen würde. Das Prostatasekret dient ferner bei mangelhafter Absonderung bezw. beim gänzlichen Fehlen des Sperma in gewissem Sinne dazu, das letztere in dem Ejakulat zu ergänzen und zu ersetzen. Wenngleich schliesslich nach den Untersuchungen von Fürbringer und Walker nicht daran gezweifelt werden kann, dass das Prostatasekret imstande ist, die Beweglichkeit der Spermatozoen zu erhöhen bzw. bereits im Absterben begriffene Spermatozoen wieder zu beleben, so muss doch betont werden, dass dasselbe für die Befruchtung nicht absolut notwendig ist (Iwanoff), sondern dass auch ohne die Einwirkung des Prostatasekretes bereits im Nebenhoden und Ductus deferens vollständig reife, also voll bewegliche Spermatozoen existieren. Auch könnte eine nennenswerte Mischung des Prostata- und des Hodensekretes erst bei längerem Aufenthalt in der Vagina erfolgen.
4. Das eigentliche Sperma, also das reine Sekret des Hodens, muss auch beim Menschen notwendigerweise bereits innerhalb des Hodens bewegliche Spermatozoen enthalten. Für den Igel und das Kaninchen sind, wie bereits erwähnt, sogar „lebhaft bewegliche“ Samenfäden im Hoden nachgewiesen. Beim Menschen besitzen dagegen die unmittelbar nach einer Ejakulation im Hoden neugebildeten Spermatozoen zunächst nur eine beschränkte Beweglichkeit, welche sie immerhin befähigt, in den Nebenhoden bezw. den Ductus deferens schon im Laufe von wenigen Stunden auszuwandern. Dort dürften dieselben erst nach frühestens 24—48 Stunden ihre volle Reife und Beweglichkeit erlangen. Wie lange sie sich daselbst in der vollen

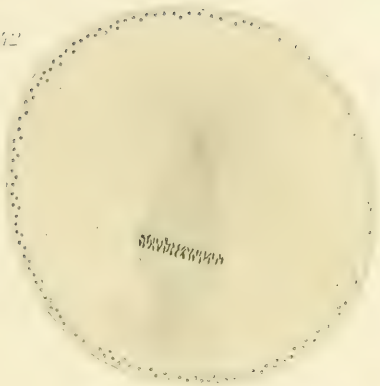
Höhe ihrer Entwicklung halten, kann nur schätzungsweise (nach meiner Annahme etwa vier bis fünf Tage) bestimmt werden. Tritt keine Ejakulation ein, so sterben die Samenfäden allmählich wieder ab. Im Uterus und den Tuben scheinen sich dieselben unter normalen Verhältnissen erheblich länger zu halten. Die bei einer Ejakulation entleerte eigentliche Samenflüssigkeit kann keineswegs aus dem Hoden, sondern nur aus dem Nebenhoden und Ductus deferens, allenfalls vielleicht aus dem Mediastinum testis stammen. Nach einer jeden Ejakulation tritt im Hoden eine lebhafte Neubildung und Auswanderung, d. h. also ein beschleunigter Nachschub von Spermatozoen in den Nebenhoden bezw. in die weiteren Samenausführungsgänge ein. Doch können die Samenfäden bei häufigen während einer Nacht wiederholten Ejakulationen zuletzt in der Samenflüssigkeit gänzlich fehlen (Lode).

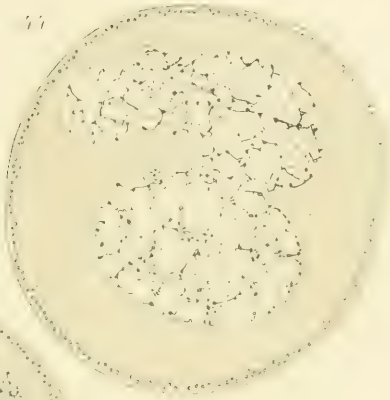
5. Die Samenblasen sind in keiner Weise als Receptacula seminis aufzufassen, wenngleich ich die Möglichkeit durchaus nicht abstreiten will, dass gelegentlich unter besonderen Verhältnissen reife Spermatozoen auch während des Lebens in die Samenblasen einwandern können. Doch ist bisher noch kein sicherer Beweis für eine solche Einwanderung intra vitam erbracht worden. Die bei Leichen in den Samenblasen vorgefundenen Samenfäden können auch nach dem Tode dorthin gelangt sein. Das ebenfalls alkalische, gallertige, in sich cohärente Samenblasensekret dient ausschliesslich dazu, das bei einer Ejakulation vor ihm entleerte, in der Harnröhre zurückgebliebene Sperma auf rein mechanischem Wege aus der letzteren in möglichst vollständiger Weise hinauszubefördern. Eine Mischung des Samenblasensekretes mit dem Sperma findet nicht statt. Bei gewissen Tieren bildet das entleerte Sekret der Samenblasen in der Vagina einen talgartig erstarrten Pfropf, welcher das Zurückfliessen der eigentlichen Spermaflüssigkeit aus der Scheide ebenfalls in rein mechanischer

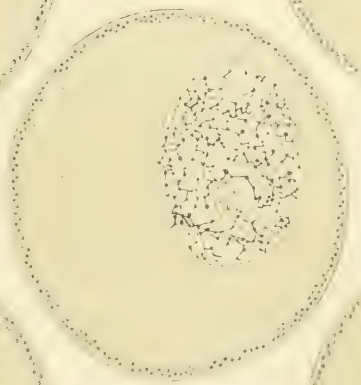
Weise verhindert (Leukart). Die Samenblasen sollten somit nicht als Glandulae seminales, sondern nach dem Vorschlag von Kölliker als Glandulae vesiculares bezeichnet werden, zumal es feststeht, dass das Samenblasensekret nicht etwa von besonderen drüsigen Organen innerhalb der sogenannten Samenblasen, sondern von dem ganz gleichartigen Epithel der Innenfläche abgesondert wird.

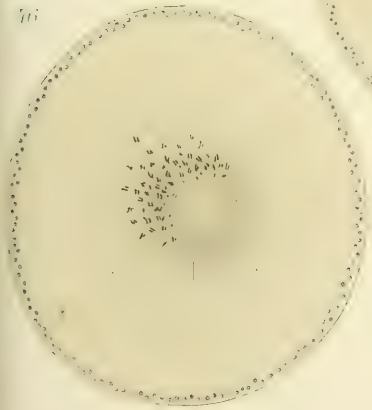


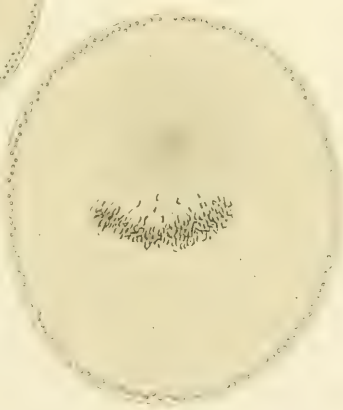








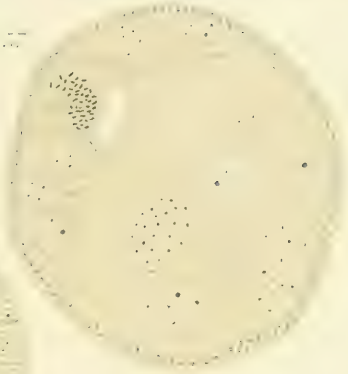




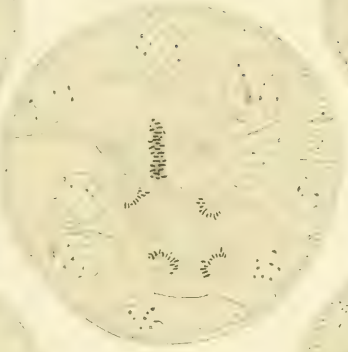
48
49
50
51
52
53
54
55

56

57

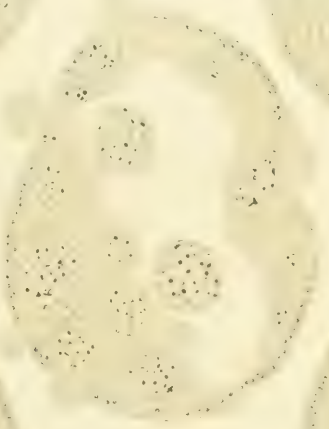


58



59

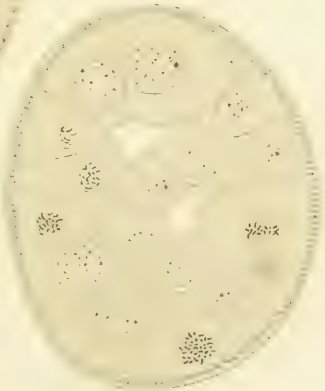
60



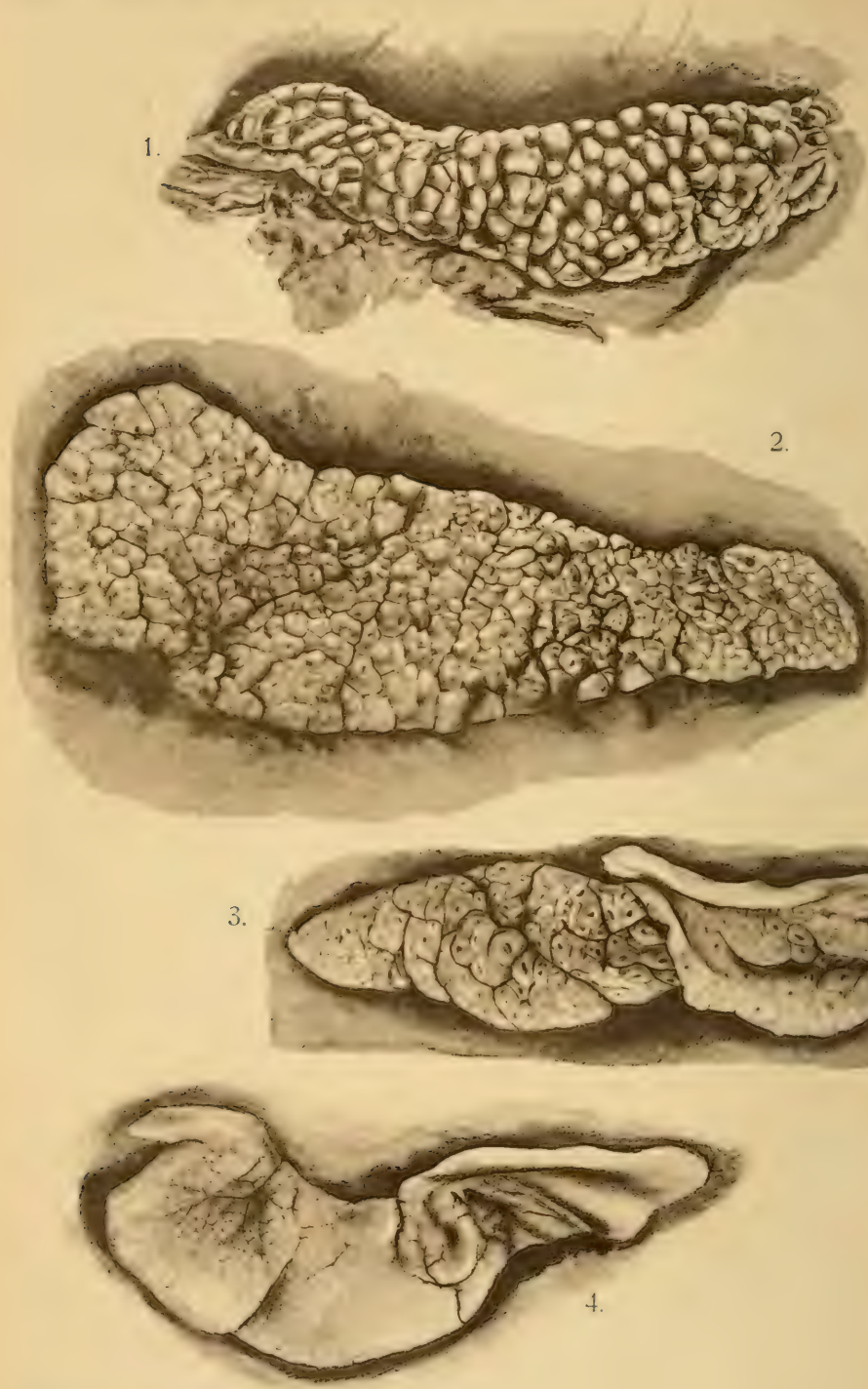
61

62

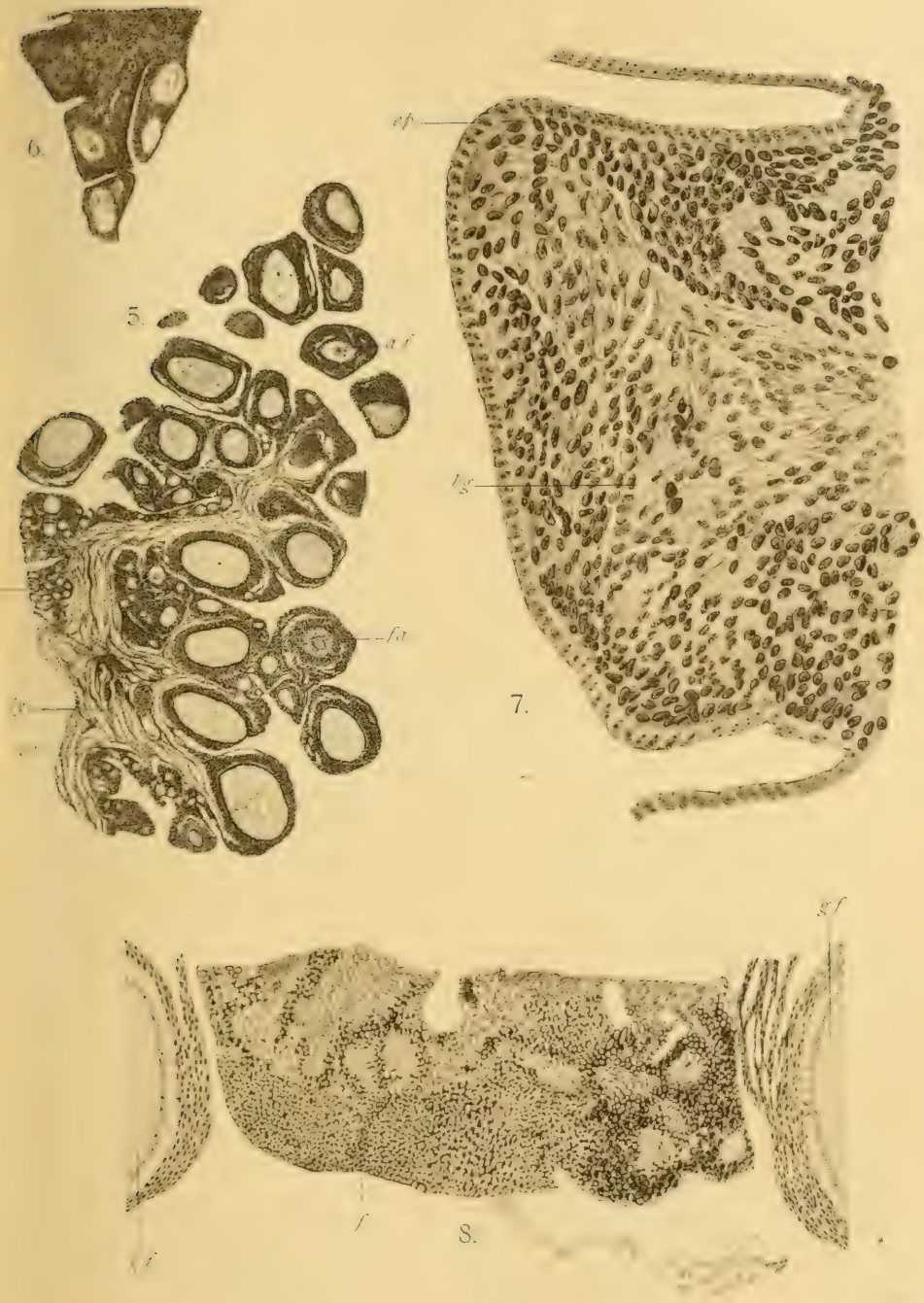
63



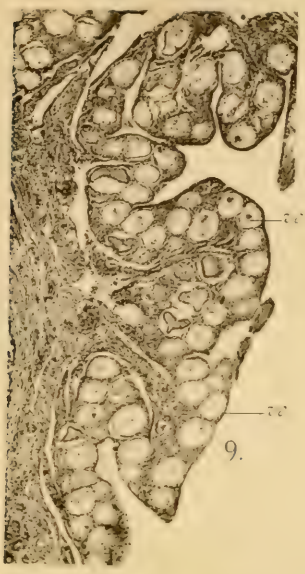
Gezeichnet von E. Schultz-Henecke und M. Pflug.



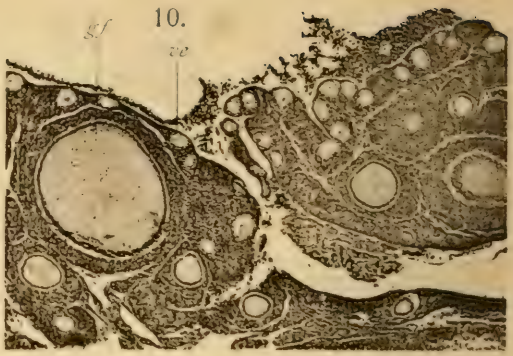
Gezeichnet von E. Schultz-Hencke und M. Pflug.



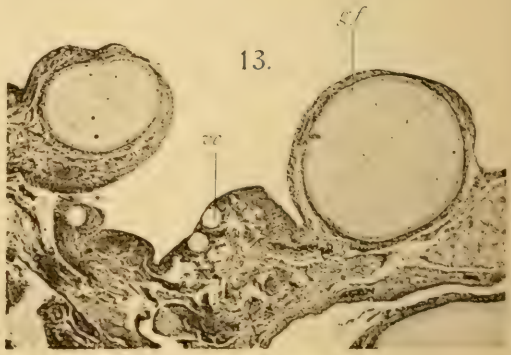
Herrm. Hadorff & Co., Berlin.



9.



10.



13.

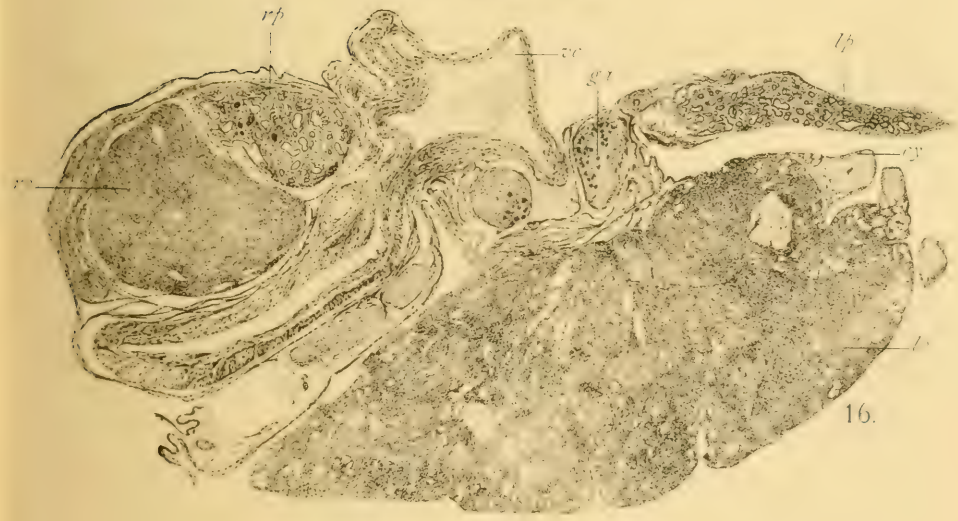
12.

11.

14.

Gezeichnet von E. Schultz-Hencke.

15.



16.

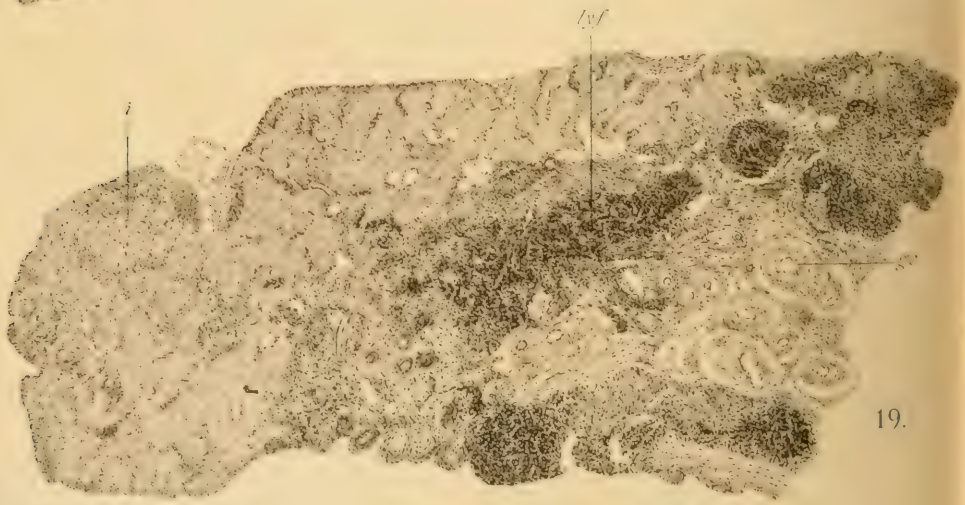
17.

Herrm. Hadorff & Co., Berlin.

18.

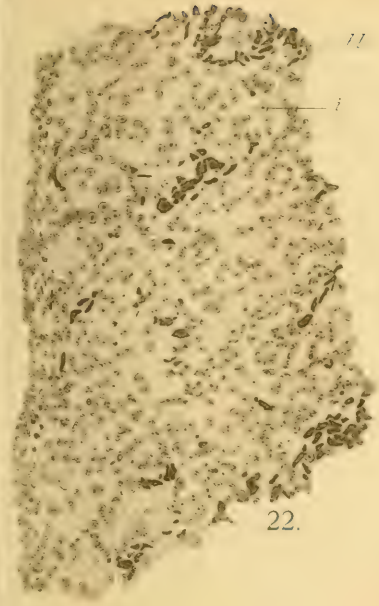
23.

20.

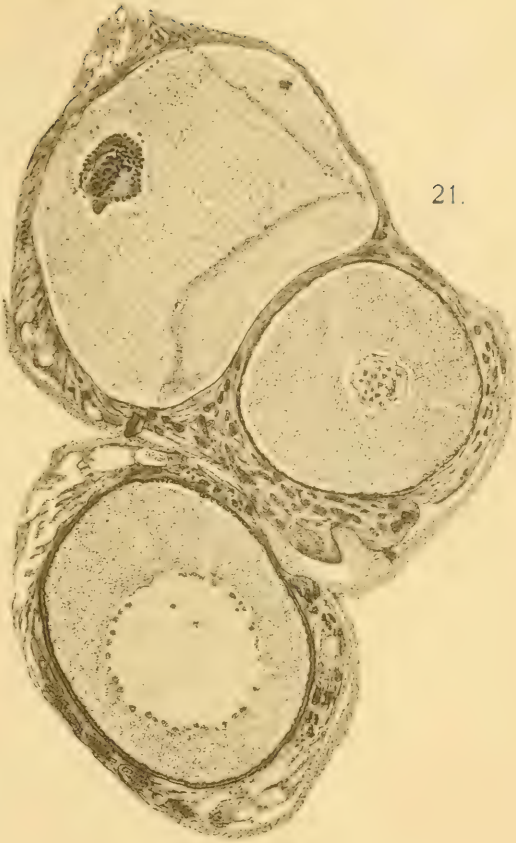


19.

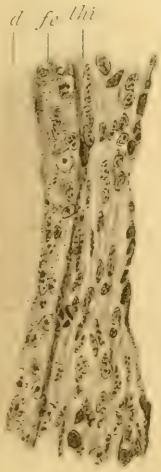
Gezeichnet von E. Schultz-Hencke.



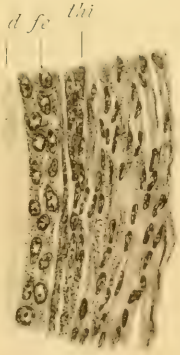
22.



21.

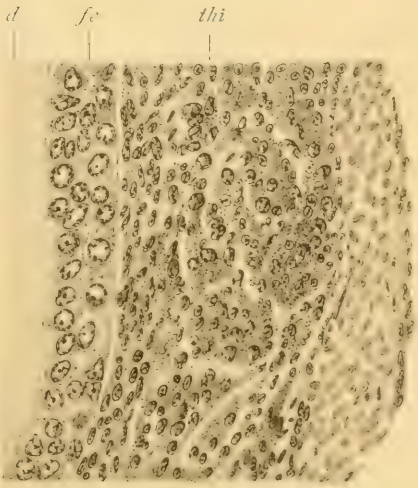


24.



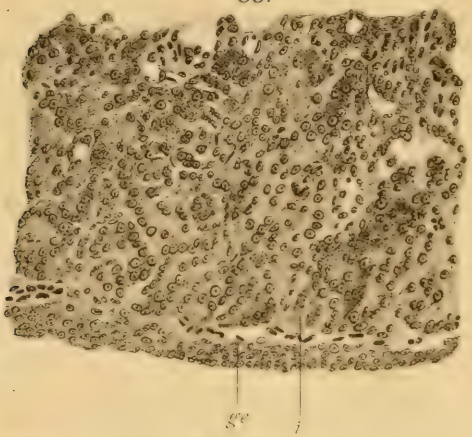
25.

26.

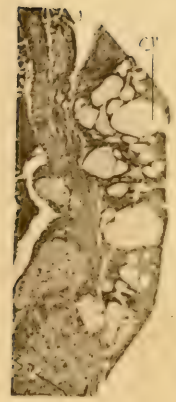


Herrm. Hadorff & Co., Berlin.

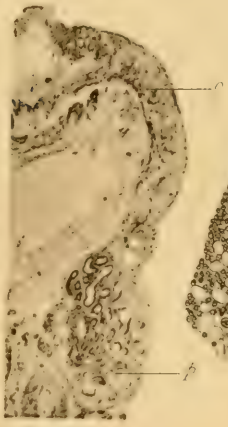
33.



35.

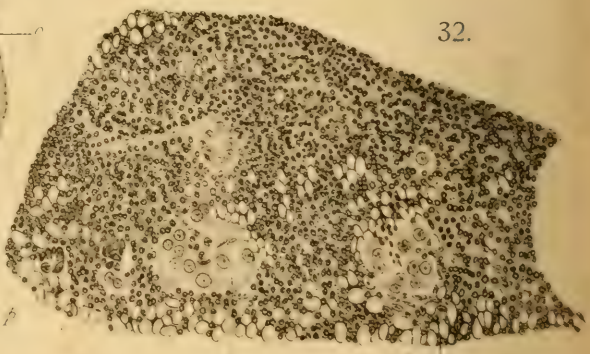


27.

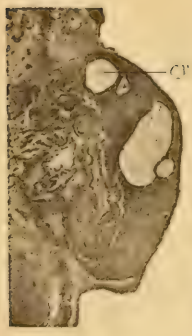


30.

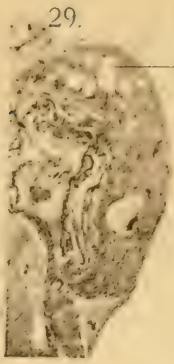
32.



28.



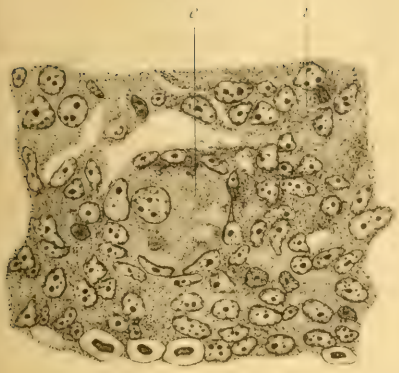
29.



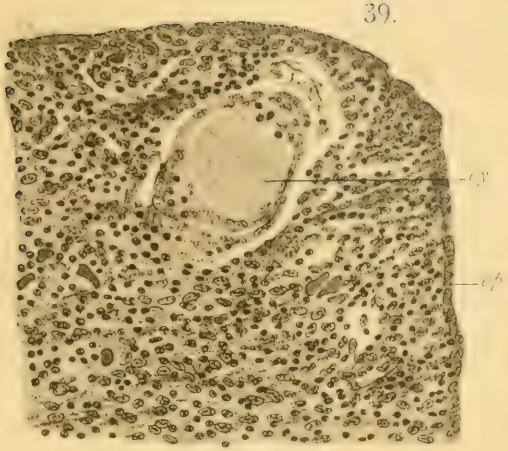
38.

Gezeichnet von E. Schulze-Hencke.

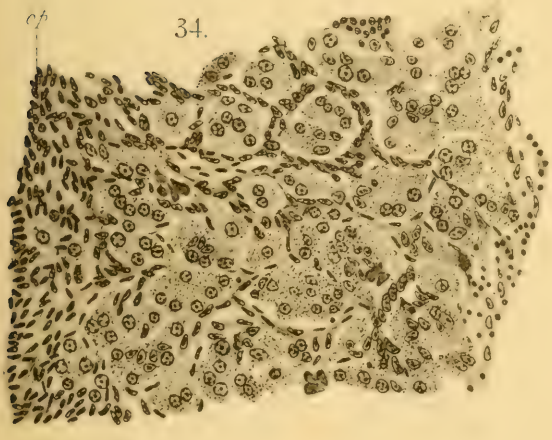
31.



39.



34.



36.

37.

Herrm. Hadorff & Co., Berlin.

1458